



Techne Consulting

Environment and Energy Knowledge

**METODOLOGIA DI STIMA DELLE EMISSIONI DALLA COMBUSTIONE DI BIOMASSA
LEGNOSA NEL SETTORE RESIDENZIALE**

Lavoro svolto nell'ambito dell'incarico di Regione Liguria per attività inerenti la
realizzazione del WP3 ALCOTRA - Impatti cambiamenti climatici e inquinamento
atmosferico sul territorio
(prot. n. PG/2019/0314361)



<i>CODICE PROGETTO</i> RLI.CE.19	<i>CODICE DOCUMENTO</i> RF1	<i>EDIZIONE/REVISIONE DEL MM/AA</i> 2/0 Gennaio 2020
<i>TITOLO PROGETTO</i> Regione Liguria - Attività inerenti la realizzazione del WP3 - Impatti cambiamenti climatici e inquinamento atmosferico sul territorio ALCOTRA		
<i>TITOLO DOCUMENTO</i> Metodologia di stima delle emissioni dalla combustione di biomassa legnosa nel settore residenziale		
<i>MOTIVO REVISIONE</i>		

<i>PREPARATO DA</i> Carlo Trozzi Enzo Piscitello	<i>DATA</i> 29 Gennaio 2020	<i>FIRMA</i>  
<i>APPROVATO DA</i> Carlo Trozzi (DT)	<i>DATA</i> 29 Gennaio 2020	<i>FIRMA</i> 

LISTA DISTRIBUZIONE

<i>NUMERO COPIA</i>	<i>DESTINATARIO</i>	<i>ENTE APPARTENENZA</i>
1	Cecilia Brescianini	Regione Liguria
2	Angela Patrone	Regione Liguria
3	Patrizia Costi	Regione Liguria
4	Archivio Informatizzato	TECHNE Consulting

INDICE

1	PREMESSA.....	6
2	RICOGNIZIONE DELLE PIÙ RECENTI FONTI UFFICIALI DEI DATI FRUIBILI NELLE REGIONI DEL TERRITORIO.....	8
2.1	I dati per il territorio italiano	8
2.1.1	L'indagine ISTAT sul riscaldamento domestico in Italia.....	8
2.1.2	I dati del monitoraggio del burden sharing	12
2.1.2.1	Metodologia per la valutazione delle biomasse solide nel settore residenziale.....	13
2.1.2.2	Risultati del monitoraggio per le regioni di interesse	16
2.1.3	I dati del censimento ISTAT della popolazione e delle abitazioni.....	19
2.1.4	I gradi giorno su base comunale.....	23
2.1.5	I dati sulle tecnologie di combustione	25
2.2	I dati per il territorio francese	25
2.2.1	I dati regionali	25
2.2.2	I dati sulle tecnologie di combustione	27
2.2.3	I dati della popolazione e delle abitazioni.....	28
2.2.4	I gradi giorno.....	29
3	RAFFRONTO TRA LE PIÙ RECENTI METODOLOGIE UTILIZZATE DAI PARTNER DEL PROGETTO PER LA STIMA DEI CONSUMI DI LEGNA NEL SETTORE RESIDENZIALE E DELLE EMISSIONI.....	30
3.1	Regione Liguria	30
3.2	Regione Piemonte	36
3.3	Regione Valle d'Aosta	37
3.4	Regione Auvergne-Rhône-Alpes	38
3.5	Regione Provence-Alpes-Côte d'Azur	41
4	METODOLOGIA DI STIMA DELLE EMISSIONI E DEI CONSUMI	43
4.1	Metodo di base per la stima delle emissioni e fattori di emissione	43
4.2	Metodologia di stima su base regionale	45
4.3	Valutazione su base comunale e sub-comunale.....	45
5	TECNOLOGIE PIÙ INNOVATIVE RELATIVE ALLA COMBUSTIONE DELLE BIOMASSE LEGNOSE NEL RESIDENZIALE A SUPPORTO DELL'ADOZIONE DI MISURE DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI.....	47
5.1	Buone pratiche.....	47
5.2	Migliori tecniche disponibili	48
6	NORMATIVE ESISTENTI NEL TERRITORIO IN ESAME, RELATIVE ALLA LIMITAZIONE E CONTROLLO DELLE EMISSIONI E ALLE PRESTAZIONI DEGLI IMPIANTI PER LA COMBUSTIONE DI BIOMASSA LEGNOSA	50

7	APPENDICE: CODICE DELLE BUONE PRATICHE PER LA COMBUSTIONE DOMESTICA DELLA LEGNA.....	53
7.1	Impatto del tipo di impianto	53
7.1.1	Caminetti aperti	53
7.1.2	Caminetti parzialmente chiusi e caminetti chiusi	54
7.1.3	Stufe a legna.....	54
7.1.4	Stufe a pellet.....	55
7.1.5	Stufe in muratura	55
7.1.6	Caldaie	56
7.2	Impatto dell'installazione e gestione.....	56
7.3	Impatto della qualità della legna da ardere.....	57
7.4	Buone pratiche.....	58
7.4.1	Selezione dell'impianto di riscaldamento.....	58
7.4.2	Selezione di legna da ardere.....	59
7.4.3	Caricamento del legname.....	61
7.4.4	Accensione del fuoco.....	62
7.4.5	Combustione.....	63
7.4.6	Spegnimento del fuoco	64
7.4.7	Manutenzione e ispezione	64
7.5	Migliori tecniche disponibili	65

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Articolazione del questionario ISTAT sui consumi energetici delle famiglie	9
Tabella 2 - Famiglie per fonte di alimentazione dell'impianto unico o prevalente di riscaldamento dell'abitazione, per regione.....	10
Tabella 3 – Famiglie utilizzatrici di legna e pellets (per 100 famiglie) e quantità medie e totali (tonnellate) utilizzate per regione.....	10
Tabella 4 – Famiglie per tipologia di dotazione per l'utilizzo di legna e pellets e per regione, per 100 famiglie che consumano rispettivamente legna e pellets.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
Tabella 5 – Famiglie per tipologia di legna prevalentemente utilizzata per regione, composizione percentuale..	11
Tabella 6 – Monitoraggio obiettivi regionali sulle fonti rinnovabili fissati dal DM 15 marzo 2012. Consumi finali lordi di energia da fonti rinnovabili e totali (ktep). Regione Liguria	16
Tabella 7 – Monitoraggio obiettivi regionali sulle fonti rinnovabili fissati dal DM 15 marzo 2012. Consumi finali lordi di energia da fonti rinnovabili e totali (ktep). Regione Piemonte	17
Tabella 8 – Monitoraggio obiettivi regionali sulle fonti rinnovabili fissati dal DM 15 marzo 2012. Consumi finali lordi di energia da fonti rinnovabili e totali (ktep). Regione Valle d'Aosta.	18
Tabella 9 – Dati censuari di interesse disponibili su base cartografica	20
Tabella 10 – Gradi giorno dei comuni della provincia di Imperia	24
Tabella 11 – Dati dei consumi finali del settore residenziale e terziario: Auvergne-Rhône-Alpes	26
Tabella 12 – Dati dei consumi finali del settore residenziale e terziario: Provence-Alpes-Côte d'Azur.....	26
Tabella 13 – Consumi regionali nel residenziale per vettore energetico nel 2016.....	30
Tabella 15 – Suddivisione dei consumi di legna nel residenziale tra le differenti tecnologie	30
Tabella 16 - Regione Liguria - Emissioni totali di inquinanti principali per tecnologia (Mg) – Anno 2016	32
Tabella 17 - Regione Liguria - Emissioni totali di metalli pesanti per tecnologia (Mg) – Anno 2016.....	32
Tabella 18 - Regione Liguria - Emissioni totali di IPA, benzene e black carbon per tecnologia – Anno 2016	33
Tabella 19 - Regione Liguria - Emissioni totali di microinquinanti per tecnologia – Anno 2016.....	33
Tabella 20 - Regione Liguria - Emissioni totali di gas climalteranti per tecnologia – Anno 2016.....	33
Tabella 21 – Regione Piemonte: Emissioni da combustione della legna in impianti residenziali	36
Tabella 22 – Regione Piemonte: Fattori di emissioni da combustione della legna in impianti residenziali	37

Tabella 23 – Regione Piemonte: Fattori di emissioni utilizzati da ARPA Valle d’Aosta per da combustione della legna in impianti residenziali	38
Tabella 24 – Fattori di emissione medi utilizzati in Francia	40
Tabella 25 – Incidenza dell’umidità della legna sulle emissioni.....	40
Tabella 26 – Fattori di emissioni inquinanti principali da combustione della legna in impianti residenziali.....	44
Tabella 27 – Fattori di emissioni IPA e microinquinanti da combustione della legna in impianti residenziali	44
Tabella 28 –Fattori di emissioni metalli, ossidi di zolfo e gas climalteranti da combustione della legna in impianti residenziali	44
Tabella 29 – Valore limite del coefficiente di dispersione volumica per trasmissione dell'involucro edilizio.....	46

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – I territori coinvolti nel progetto	6
Figura 2 - Superficie totale delle abitazioni occupate da almeno una persona residente per sezione di censimento dei comuni della provincia di Imperia	21
Figura 3 - Censimento 2011: domanda su tipologia di impianto di riscaldamento e combustibile o l’energia che lo alimenta.....	22
Figura 4 - Censimento 2001: domande su tipologia di impianto di riscaldamento e combustibile o l’energia che lo alimenta.....	22
Figura 5 - Censimento 2011: distribuzione numero di abitazioni per tipologia di vettore energetico che alimenta l'impianto di riscaldamento per provincia.....	23
Figura 6 - Censimento 2011: distribuzione comunale del numero di abitazioni alimentate a combustibile solido (legna, carbone, ecc.).....	23
Figura 7 – Regione Valle d’Aosta. Tipologia di impianti a biomassa utilizzati suddivisi tra impianto principale e impianto secondario.....	25
Figura 8 - Indagine regionale Auvergne-Rhône-Alpes: Vettore energetico principale utilizzato per il riscaldamento tra gli utilizzatori di legna.....	27
Figura 9 - Indagine regionale Auvergne-Rhône-Alpes: Vettore energetico secondario utilizzato per il riscaldamento tra gli utilizzatori di legna.....	28
Figura 10 - Indagine regionale Auvergne-Rhône-Alpes: Vettore energetico secondario utilizzato per il riscaldamento tra gli utilizzatori di legna.....	28
Figura 11 – Numero di abitazioni e loro superficie media nei territori di interesse	29
Figura 12 – Regione Liguria - Distribuzione, tra i differenti combustibili, dei consumi e delle emissioni degli inquinanti maggiormente significativi	31
Figura 13 – Regione Liguria - Emissioni totali di ossidi di azoto (Mg) nel settore residenziale – Anno 2016.....	34
Figura 14 – Regione Liguria - Emissioni procapite di ossidi di azoto (Mg) nel settore residenziale – Anno 2016	34
Figura 15 – Regione Liguria - Emissioni totali di PM ₁₀ (Mg) nel settore residenziale – Anno 2016.....	35
Figura 16 – Regione Liguria - Emissioni procapite di PM ₁₀ (Mg) nel settore residenziale – Anno 2016.....	35
Figura 17 – Metodologia di valutazione dei consumi per riscaldamento domestico seguita dalla Regione Piemonte.....	37
Figura 18 - Inventario regionale delle emissioni della Valle d’Aosta: distribuzione delle emissioni per i differenti macrosettori.....	37
Figura 19 - Inventario regionale delle emissioni della Valle d’Aosta: distribuzione territoriale delle emissioni di PM ₁₀	38
Figura 20 - Inventario delle emissioni della Regione Auvergne-Rhône-Alpes 2015: contributo dei settori alle emissioni	39
Figura 21 - Inventario delle emissioni della Regione Auvergne-Rhône-Alpes 2015: contributo dei settori alle emissioni di PM ₁₀ in differenti periodi dell’anno.....	39
Figura 22 - Inventario delle emissioni della Regione Auvergne-Rhône-Alpes 2015: distribuzione spaziale delle emissioni di PM ₁₀ da riscaldamento a legna	40
Figura 23 - Inventario delle emissioni della Regione Provence-Alpes-Côte d'Azur 2017: settore residenziale ...	41
Figura 24 - Inventario delle emissioni della Regione Provence-Alpes-Côte d'Azur 2017: distribuzione spaziale delle emissioni totali di PM ₁₀	42

1 PREMESSA

Regione Liguria è capofila del Progetto CLIMAERA¹, finanziato nell'ambito del Programma ALCOTRA 2014-2020. Tale progetto, incentrato sulla messa a disposizione di strumenti utili per la pianificazione, ha l'obiettivo di identificare strategie win-win per il settore "qualità dell'aria" ed "energia" nel quadro dei cambiamenti climatici.

Il progetto coinvolge i seguenti territori (Figura 1):

- per l'Italia:
 - la Regione Autonoma Valle d'Aosta
 - le Province di Torino e Cuneo (Regione Piemonte)
 - la Provincia di Imperia (Regione Liguria)
- per la Francia:
 - i Dipartimenti dell'Alta-Savoia e della Savoia (Regione Auvergne Rhône-Alpes)
 - i Dipartimenti delle Alte Alpi, delle Alpi di Alta Provenza e delle Alpi Marittime (Regione Provence-Alpes-Côte d'Azur)

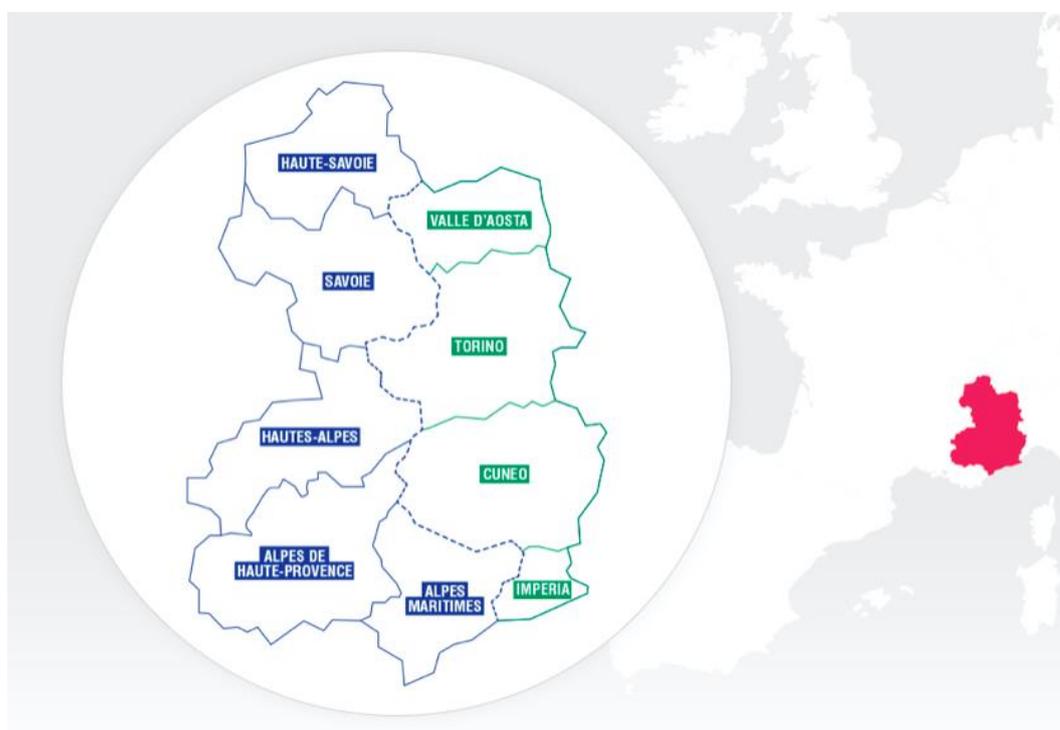


Figura 1 – I territori coinvolti nel progetto

Il Progetto CLIMAERA, che vede come partner oltre a Regione Liguria (capofila), anche ARPAL Liguria (soggetto attuatore), ARPA Piemonte, ARPA Valle d'Aosta, ATMOSUD ed ATMO AURA è strutturato in 4 WP (component):

- WP 1 - Gestione amministrativa
- WP 2 - Comunicazione

¹ [Interreg Alcotra, Climaera. Cambiamenti Climatici: miglioramento della pianificazione territoriale delle istituzioni pubbliche per l'adattamento ai cambiamenti climatici](#)

- WP 3 - Impatti dei cambiamenti climatici e dell'inquinamento atmosferico sul territorio ALCOTRA
- WP 4- Analisi e valutazione costi benefici delle politiche e misure in tema di qualità dell'aria

Il presente lavoro si colloca nell'ambito dell'azione WP 3 del progetto. Obiettivo dell'incarico è migliorare la quantificazione del contributo fornito dalla combustione delle biomasse legnose nel settore residenziale in termini di impatto sulla qualità dell'aria e di riduzione delle emissioni di CO₂. Tale quantificazione è funzionale al calcolo dei bilanci energetici e della CO₂ (Decreto MISE cosiddetto "Burden sharing" (DM 15/3/2012)) e alla stima dell'inventario delle emissioni (D.lgs. 155/2010). L'incarico ha inoltre l'obiettivo di completare l'aggiornamento dell'inventario delle emissioni in atmosfera della Regione Liguria, al fine di valutare nel contesto regionale, l'incidenza delle emissioni da biomassa legnosa del settore residenziale sulle emissioni totali regionali.

Più in particolare la prestazione è articolata in:

- Sviluppo di una nuova metodologia di stima delle emissioni dalla combustione di biomassa legnosa nel settore residenziale;
- Progettazione della raccolta dati, applicazione della metodologia di cui al punto precedente, completamento dell'aggiornamento metodologico dell'intero inventario della Regione Liguria;
- Completamento dell'aggiornamento dell'inventario delle emissioni in atmosfera al 2016 tramite il software E2Gov.

Il presente rapporto è relativo alla definizione di una nuova metodologia condivisa per la stima delle emissioni dalla combustione di biomassa legnosa nel settore residenziale (punto 1 dell'incarico) nel territorio ALCOTRA, a supporto degli inventari delle emissioni e dei bilanci energetici e di CO₂.

Il report contiene, al capitolo 2, una 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: ripartizione delle tipologie di apparecchi e di biomasse legnose, tecnologia di combustione, indicatori di consumo, fattori di emissione, modalità di utilizzo degli apparecchi ecc.

Il report comprende poi (capitolo 3) un raffronto tra le più recenti metodologie utilizzate dai partner del progetto per la stima dei consumi di legna nel settore residenziale e delle emissioni (dati statistici utilizzati, livello di dettaglio disponibile, fattori di emissione, fonti ed elaborazioni dei dati, metodologia di stima e di disaggregazione spaziale e temporale) e per la revisione dei dati storici.

Successivamente, al capitolo 4, è riportata la metodologia di stima delle emissioni e dei consumi comune per i partner del progetto, elaborata sulla base dei documenti ufficiali di riferimento ovvero il guidebook EMEP/EEA per gli inventari emissioni e per il monitoraggio degli obiettivi del Burden Sharing regionale.

Il report riporta poi (capitolo 5) un approfondimento sulle tecnologie più innovative relative alla combustione delle biomasse legnose nel residenziale a supporto dell'adozione di misure di riduzione delle emissioni.

L'approfondimento ha riguardato anche (capitolo 6) le normative esistenti nel territorio in esame, relative alla limitazione e controllo delle emissioni e alle prestazioni degli impianti per la combustione di biomassa legnosa.

2 RICOGNIZIONE DELLE PIÙ RECENTI FONTI UFFICIALI DEI DATI FRUIBILI NELLE REGIONI DEL TERRITORIO

Nel seguito è riportata una ricognizione delle più recenti fonti ufficiali dei dati fruibili nelle regioni del territorio ALCOTRA (Regione Liguria – Provincia di Imperia, Regione Piemonte per le provincie di Torino e Cuneo, Regione Autonoma Valle d’Aosta, Regione PACA - dip. 04-05-06 e Regione Auvergne Rhône-Alpes-dip.73-74) necessari alla stima delle emissioni e alla loro disaggregazione spaziale e temporale: ripartizione delle tipologie di apparecchi e di biomasse legnose, tecnologia di combustione, indicatori di consumo, fattori di emissione, modalità di utilizzo degli apparecchi ecc.

2.1 I dati per il territorio italiano

2.1.1 L’indagine ISTAT sul riscaldamento domestico in Italia

A livello italiano l’informazione statistica sui consumi di biomasse legnose per riscaldamento domestico ha compiuto un notevole passo in avanti a partire dalla diffusione dei risultati dell’indagine sui consumi energetici delle famiglie, relativi al 2013.

L’indagine sui consumi energetici delle famiglie² è stata finalizzata ad acquisire informazioni sui consumi di energia da parte delle famiglie italiane.

Le informazioni rilevate hanno mirato, da un lato, a conoscere la tipologia degli impianti di riscaldamento e condizionamento e degli elettrodomestici di cui dispongono le abitazioni, dall’altro, ad indagare sulle abitudini delle famiglie nelle modalità di impiego di tali apparecchiature.

L’indagine è stata prevista nel Programma statistico nazionale, che raccoglie l’insieme delle rilevazioni statistiche necessarie al paese. I risultati di questa ricerca, effettuata per la prima volta con riferimento all’intero territorio nazionale, hanno fornito elementi utili alla collettività e alle istituzioni per predisporre interventi mirati a tutelare e a migliorare la qualità dell’ambiente.

I principali temi indagati sono stati: le caratteristiche delle abitazioni; gli impianti di riscaldamento della casa e dell’acqua e di condizionamento (numero, tipologia, tipo di combustibile, usi da parte delle famiglie, ecc.); il consumo di legna da ardere, pellets e altri tipi di biomasse; i sistemi di illuminazione e gli elettrodomestici (numero, tipo, caratteristiche e utilizzo); le spese sostenute per l’energia elettrica e per i combustibili per il riscaldamento.

L’indagine è stata condotta dalla Direzione Centrale delle statistiche socio-demografiche e ambientali (DCSA), Servizio Stato dell’ambiente (AMB), Unità operativa Famiglie, ambiente ed energia (AMB/C) dell’Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT).

Sono state intervistate le famiglie di un campione in cui ogni famiglia viene estratta con criterio di scelta casuale dalle liste telefoniche, secondo una strategia di campionamento volta a costituire un campione statisticamente rappresentativo dell’intera popolazione.

La rilevazione ha riguardato un campione di 20.000 famiglie italiane distribuite in vari Comuni italiani di diversa ampiezza demografica.

² [ISTAT. I consumi energetici delle famiglie: informazioni sulla rilevazione, 2013](#)

L'intervista telefonica è stata sottoposta al componente della famiglia più informato sui temi oggetto dell'indagine. Nel caso in cui tale componente dovesse essere assente o impegnato al momento della telefonata, si è data la possibilità di fissare un appuntamento entro l'arco di tempo previsto per la rilevazione. Se non fosse proprio possibile concordare un appuntamento, è stato intervistato un altro familiare che ha risposto al posto della persona assente. L'indagine si è svolta nei mesi da Marzo a Luglio 2013.

Il questionario dell'Indagine sui consumi energetici delle famiglie è stato articolato in 9 sezioni tematiche, come illustrato in Tabella 1.

Tabella 1 – Articolazione del questionario ISTAT sui consumi energetici delle famiglie

Sezione di questionario	Obiettivo
Caratteristiche delle abitazioni	Acquisire informazioni sulle abitazioni e sui principali impianti e servizi di cui queste dispongono.
Riscaldamento dell'abitazione	Acquisire informazioni sulla presenza di impianti di riscaldamento delle abitazioni, su alcune loro caratteristiche (fonte di alimentazione, età dell'impianto, ecc.) e sulle modalità di utilizzo di tali impianti da parte delle famiglie.
Riscaldamento dell'acqua	Acquisire informazioni sulla presenza di impianti di riscaldamento dell'acqua, su alcune loro caratteristiche (fonte di alimentazione, età dell'impianto, ecc.) e sulle modalità di utilizzo di tali impianti da parte delle famiglie.
Aria condizionata	Acquisire informazioni sulla presenza di impianti di condizionamento, su alcune loro caratteristiche (fonte di alimentazione, età dell'impianto, ecc.) e sulle modalità di utilizzo di tali impianti da parte delle famiglie.
Consumo di biomasse	Acquisire informazioni sull'eventuale consumo di legna da ardere, pellets di legna, cippato e altre biomasse, sulle quantità consumate e sulla destinazione d'uso di tale fonte energetica (riscaldamento, cucina, ecc.).
Illuminazione	Acquisire informazioni sui sistemi di illuminazione delle abitazioni.
Elettrodomestici	Acquisire informazioni sulle dotazioni di elettrodomestici e sulle modalità con cui vengono usate dalla famiglia.
Spese	Acquisire informazioni sulle spese sostenute per il gas, l'energia elettrica e gli altri combustibili che la famiglia ha dichiarato di utilizzare.
Informazioni sulla famiglia	Acquisire informazioni di base sui componenti della famiglia, quali sesso, età, luogo di nascita, cittadinanza, stato civile, titolo di studio e condizione lavorativa.

In Tabella 2 sono riportati i dati relativi al numero di famiglie per fonte di alimentazione dell'impianto unico o prevalente di riscaldamento dell'abitazione per regione. Dalla tabella si evidenzia la forte penetrazione delle biomasse in Piemonte (15,9%) e, soprattutto, Valle d'Aosta (23,4%) e la più moderata, ma non irrilevante, quota in Liguria (9,6%), comunque ben al di sotto della media nazionale (14,5%).

In Tabella 3 sono riportati i principali risultati dell'indagine nel settore delle biomasse residenziali ed in particolare i consumi di legna e pellets.

La **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, che riporta i dati per tipologia di dotazione, evidenzia la bassa penetrazione di camini o stufe innovativi in Piemonte (7,2%) e Valle d'Aosta (6,3%), mentre una quota poco superiore alla media nazionale (13,4%) è rilevata in Liguria (14,5%).

La **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, che riporta i dati della tipologia di legna prevalentemente utilizzata, mette in luce il forte legame con la presenza locale di specie arboree nella scelta della tipologia di legna utilizzata con, ad esempio, un forte utilizzo di ulivo ed alberi da frutto in Liguria al contrario di Piemonte e Valle d'Aosta.

È, infine, di interesse rilevare che le ore medie di accensione dell'impianto unico o prevalente di riscaldamento in una giornata invernale media sono 8,18 per la Liguria, 9,33 per il Piemonte e 10,22 per la Valle d'Aosta.

Tabella 2 - Famiglie per fonte di alimentazione dell'impianto unico o prevalente di riscaldamento dell'abitazione, per regione

Famiglie per fonte di alimentazione dell'impianto unico o prevalente di riscaldamento dell'abitazione	Metano	Energia elettrica	Biomasse	GPL	Gasolio	Totale
Piemonte	74,5	1,1	15,9	3,4	5,1	100,0
Valle d'Aosta	30,5	2,2	23,4	10,9	33,0	100,0
Liguria	77,0	4,1	9,6	3,0	6,3	100,0
Italia	70,9	5,1	14,5	5,8	3,7	100,0

Tabella 3 – Famiglie utilizzatrici di legna e pellets (per 100 famiglie) e quantità medie e totali (tonnellate) utilizzate per regione

Famiglie utilizzatrici di legna e pellets (per 100 famiglie) e quantità medie e totali (tonnellate) utilizzate	LEGNA			PELLETS		
	Famiglie utilizzatrici (per 100 famiglie)	Consumi (Mg)	Consumi medi (Mg) per famiglia	Famiglie utilizzatrici (per 100 famiglie)	Consumi (Mg)	Consumi medi (Mg) per famiglia
REGIONE						
Piemonte	21,3	1759641	4,1	4,4	138203	1,5
Valle d'Aosta	33,7	74241	3,6	13,4	13368	1,6
Liguria	10,9	359438	4,2	3,4	47370	1,7
TIPOLOGIA COMUNALE						
Comune centro dell'area metropolitana	2,2	87691	0,9	0,1	2544	0,7
Comuni della periferia dell'area metropolitana	11,8	704959	2,0	3,1	97348	1,0
Comuni con più di 50.000 abitanti	11,0	1169295	2,4	1,4	55580	0,9

Comuni di montagna con fino a 50.000 abitanti	40,8	10652672	3,8	7,4	819999	1,6
Comuni non di montagna fino a 50.000 abitanti	24,6	5109733	2,8	5,3	492875	1,3
Italia	21,4	17724350	3,2	4,1	1468345	1,4

Famiglie per tipologia di dotazione per l'utilizzo di legna e pellets e per regione, per 100 famiglie che consumano rispettivamente legna e pellets	LEGNA			PELLETS	
	Camini o stufe tradizionali (a)	Camini o stufe innovativi (b)	Altri apparecchi (c)	Camini o stufe tradizionali (a)	Altri apparecchi (d)
Piemonte	86,9	7,2	12,8	97,8	..
Valle d'Aosta	89,0	6,3	14	88,8	12,7
Liguria	84,8	14,5	8,4	79,0	..
Italia	85,2	13,4	8,1	84,2	18,5

(a) Stufe e camini che riscaldano singole stanze (inclusi camini e stufe ventilati)

(b) Stufe e camini collegati ai termosifoni che distribuiscono il riscaldamento in più ambienti della casa

(c) Comprende scaldabagni/scaldacqua, caldaie collegate ai termosifoni e apparecchi per cucinare

(d) Comprende stufe e camini innovativi, scaldabagni/scaldacqua, caldaie collegate ai termosifoni e apparecchi per cucinare

Famiglie per tipologia di legna prevalentemente utilizzata per regione, composizione percentuale	Tipologia di legna							
	Quercia	Faggio	Frassino, betulla, castagno, pioppo	Carpino, acacia, platano, eucalipto, Abete, larice, cipresso	Ulivo o alberi da frutto	Altro	Non sa	Totale
	REGIONE							
Piemonte	6,6	24,1	19,6	17,5	3,8	10,6	18,0	100,0
Valle d'Aosta	8,5	13,4	27,9	23,3	2,5	3,2	21,2	100,0
Lombardia	10,5	28,0	19,3	12,2	5,2	9,7	15,1	100,0
Trentino-Alto Adige	3,4	24,5	6,1	38,8	11,8	4,3	11,1	100,0
<i>Bolzano</i>	2,8	9,0	4,0	51,9	18,3	1,2	12,8	100,0
<i>Trento</i>	3,9	38,4	7,9	27,1	6,0	7,1	9,5	100,0
Veneto	4,5	38,0	17,4	12,6	5,4	5,5	16,6	100,0
Friuli-Venezia Giulia	4,1	49,4	14,5	10,3	3,0	7,3	11,4	100,0

Liguria	14,5	9,8	18,5	2,0	18,4	10,3	26,5	100,0
Emilia-Romagna	32,2	11,0	10,9	1,7	16,2	5,5	22,5	100,0
Toscana	36,1	10,4	11,8	7,1	6,7	6,4	21,5	100,0
Umbria	48,6	2,6	10,9	1,4	4,3	7,2	25,0	100,0
Marche	35,7	7,6	12,2	5,9	11,4	8,4	19,0	100,0
Lazio	46,4	3,8	15,8	5,0	9,1	6,0	13,9	100,0
Abruzzo	35,5	9,2	2,9	0,1	21,0	7,2	24,2	100,0
Molise	58,7	3,5	2,1	2,4	11,2	8,0	14,1	100,0
Campania	47,3	3,7	8,5	1,9	17,2	6,6	14,8	100,0
Puglia	10,8	0,7	73,4	4,8	7,2	100,0
Basilicata	59,5	6,5	5,2	2,3	11,5	3,7	11,2	100,0
Calabria	37,7	7,5	9,3	1,4	23,3	5,1	15,7	100,0
Sicilia	19,4	4,4	40,5	4,3	26,9	100,0
Sardegna	33,6	..	7,0	18,3	11,8	9,4	19,5	100,0
Italia	26,0	14,7	12,1	8,5	14,5	6,9	17,2	100,0

Note: Sono indicati i due puntini (..) quando l'esiguità del fenomeno rende i valori calcolati non significativi

° I dati si riferiscono ai consumi degli ultimi dodici mesi

2.1.2 I dati del monitoraggio del burden sharing

La Direttiva 2009/28 del Parlamento europeo e del Consiglio³, recepita con il Decreto Legislativo n. 28 del 3 marzo 2011⁴, assegna all'Italia due obiettivi nazionali vincolanti in termini di quota dei Consumi Finali Lordi di energia coperta da fonti rinnovabili al 2020; il primo, come obiettivo generale, prevede una quota di fonti rinnovabili sui Consumi Finali Lordi almeno pari al 17%; il secondo, relativo al solo settore dei Trasporti, prevede una quota almeno pari al 10%.

Con riferimento all'obiettivo generale, il cosiddetto decreto del *burden sharing*⁵ individua gli obiettivi intermedi e finali che ciascuna Regione e Provincia autonoma deve conseguire entro il 2020 ai fini del raggiungimento dell'obiettivo nazionale in termini di quota dei consumi finali lordi di energia coperta da fonti rinnovabili.

In questo quadro, il GSE, con la collaborazione di ENEA, ha il compito di predisporre annualmente un rapporto statistico relativo al monitoraggio del grado di raggiungimento dell'obiettivo nazionale e degli obiettivi regionali in termini di quota dei consumi finali lordi di energia da fonti rinnovabili, a livello complessivo e con riferimento ai settori elettrico, termico e dei trasporti.

Per quanto riguarda le fonti informative utilizzate, in particolare:

³ [Direttiva 2009/28/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 aprile 2009, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE, OJ L 140, 5.6.2009, p. 16–62](#)

⁴ [Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28 Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE. \(GU Serie Generale n.71 del 28-03-2011 - Suppl. Ordinario n. 81\)](#)

⁵ [Ministero dello Sviluppo Economico, Decreto 15 marzo 2012 Definizione e qualificazione degli obiettivi regionali in materia di fonti rinnovabili e definizione della modalità di gestione dei casi di mancato raggiungimento degli obiettivi da parte delle regioni e delle provincie autonome \(c.d. Burden Sharing\). \(GU Serie Generale n.78 del 02-04-2012\)](#)

- i dati di monitoraggio relativi alle fonti rinnovabili sono elaborati dal GSE sulla base di dati rilevati dallo stesso GSE e, per i consumi elettrici, da TERNA;
- i dati di monitoraggio regionali relativi alle fonti fossili (petrolio, gas, carbone) sono elaborati dall'ENEA a partire dai dati prodotti a livello nazionale dal Ministero dello Sviluppo economico. Le procedure di elaborazione dei dati di monitoraggio regionali seguono modalità e tempistiche prefissate⁶.

Le informazioni e i dati sono disponibili, nella sezione del sito web del GSE dedicata al monitoraggio degli obiettivi nazionali e regionali sulle energie rinnovabili⁷.

La grandezza *Consumi finali lordi* (CFL) è stata introdotta dalla Direttiva 2009/28/CE; rispetto ai *Consumi finali* contabilizzati nei bilanci energetici tradizionali; essa comprende anche le perdite delle reti elettriche e i consumi ausiliari di generazione elettrica e termica.

Per ciascuna Regione e Provincia autonoma, il dato di monitoraggio, ovvero la quota di consumi finali lordi di energia coperta da fonti rinnovabili, è attualmente disponibile per gli anni 2012 – 2017.

2.1.2.1 Metodologia per la valutazione delle biomasse solide nel settore residenziale

Per la valutazione dei consumi finali di energia da biomasse solide nel settore residenziale le procedure di elaborazione dei dati sono descritte nel seguito.

In ciascuna Regione e Provincia autonoma, i consumi di energia da biomasse solide nel settore residenziale sono ottenuti dalla somma dei consumi nelle abitazioni principali e dei consumi nelle case per vacanza.

I consumi di energia da biomasse solide nelle abitazioni principali Q_d sono determinati annualmente attraverso la seguente formula:

$$Q_d = \sum_i A_i * Q_{s_i}$$

dove:

- i sono le diverse categorie di generatori di calore, identificate sulla base delle caratteristiche costruttive;
- A_i indica lo stock degli apparecchi nel settore residenziale di categoria i installato ed in esercizio nella Regione;
- Q_{s_i} è il consumo specifico di biomassa solida degli apparecchi di categoria i installati ed in esercizio nella Regione [TJ/anno].

I valori dei parametri sono ricavati sulla base di indagini dirette periodiche condotte presso un campione rappresentativo di famiglie italiane. Una prima indagine specifica sui consumi di energia nel settore residenziale è realizzata da Istat ed ENEA.

Negli anni in cui non vengono effettuate indagini campionarie, i parametri per il monitoraggio regionale vengono determinati come segue:

⁶ Ministero dello sviluppo economico. Decreto 11 maggio 2015. Approvazione della metodologia che, nell'ambito del sistema statistico nazionale, è applicata per rilevare i dati necessari a misurare il grado di raggiungimento degli obiettivi regionali, in attuazione dell'articolo 40, comma 5, del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28 ([GU Serie Generale n.123 del 29-05-2015, Supplemento Ordinario N. 24](#))

⁷⁷ [GSE. Dati e Scenari. Monitoraggio FER. Monitoraggio Regionale](#)

- *stock degli apparecchi* A_i ; ogni anno il dato viene aggiornato rispetto all'anno precedente con i dati di vendita dei generatori di calore in ogni Regione, forniti dagli operatori di mercato in risposta ad una apposita indagine campionaria presso i produttori di apparecchi per la produzione di calore alimentati a biomassa; in assenza di risultati delle indagini campionarie, il dato relativo allo stock di apparecchi è ricavato dal più recente Censimento Istat della popolazione e delle abitazioni; in mancanza di dati puntuali specifici, si assume che il 70% degli apparecchi venduti sostituisca vecchi apparecchi, e quindi solo la complementare quota delle vendite (30%) porti ad un incremento del numero complessivo degli apparecchi; la percentuale di vendite attribuita alle abitazioni principali è pari alla percentuale di apparecchi installati nelle abitazioni principali, rispetto al totale degli apparecchi, assunta per l'anno precedente;
- *consumo specifico degli apparecchi* Q_{si} ; dall'indagine campionaria si ricavano i consumi specifici dei generatori di calore a biomassa a servizio delle abitazioni nelle diverse Regioni e Province autonome; in assenza di risultati delle indagini campionarie, si ottiene il valore come

$$Q_{S_i} = Q_h \times S \times B$$

dove Q_h indica il fabbisogno specifico di energia primaria delle abitazioni (TJ/m^2), S è la superficie media delle abitazioni della regione (m^2) dal censimento ISTAT della popolazione e delle abitazioni, B è la quota del fabbisogno domestico che si stima sia coperta da apparecchi a biomassa; il consumo specifico degli apparecchi viene inoltre aggiornato per tenere conto delle variazioni climatiche rispetto all'anno precedente; nell'anno $t+1$, in particolare, in ciascuna Regione il consumo specifico degli apparecchi per ogni tipologia di apparecchio è calcolato come segue:

$$Q_{S_{i,t+1}} = \frac{Q_{S_{i,t}}}{GG_t} \times GG_{t+1}$$

- $Q_{S_{i,t+1}}$ è il consumo specifico del generatore di calore di categoria i stimato per l'anno $t+1$ oggetto del monitoraggio dei consumi;
- $Q_{S_{i,t}}$ è il consumo specifico del generatore di calore di categoria i rilevato all'anno t dall'indagine campionaria (se questa viene effettuata nell'anno t) o stimato sulla base della più recente indagine campionaria (se questa è stata effettuata in anni precedenti all'anno t);
- GG_t sono i gradi giorno riferiti alla Regione o Provincia, calcolati per l'anno t . GG_{t+1} sono i gradi giorno riferiti alla Regione o Provincia, calcolati per l'anno $t+1$; per gradi-giorno di una località si intende la somma delle differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente, convenzionalmente fissata dalla normativa di settore, e la temperatura media esterna giornaliera;
- GG_{t+1} sono i gradi giorno riferiti alla Regione o Provincia, calcolati per l'anno $t+1$.

Il valore dei gradi giorno per ogni Regione o Provincia viene ricostruito sulla base dei dati nazionali richiesti annualmente dal GSE a un soggetto tecnico specializzato, oppure elaborato direttamente dal GSE sulla base dei dati climatici disponibili per le stazioni meteo ritenute, in accordo con le Regioni, rappresentative dell'andamento climatico regionale.

Si è ritenuto opportuno considerare anche le seconde case poiché l'indagine ISTAT-ENEA condotta nel 2012- 2013 è rivolta esclusivamente a famiglie nella loro residenza principale.

In ciascuna Regione o Provincia autonoma, i consumi domestici di biomassa nelle case utilizzate per vacanza, qui intese come case che, tra quelle che l'Istat censisce come abitazioni non

stabilmente occupate da residenti, sono utilizzate per vacanza in alcuni periodi dell'anno, per esempio dal proprietario o da affittuari, sono annualmente determinati, in assenza di informazioni puntuali, attraverso la seguente formula:

$$CCV = CV \times O \times I \times \left(\sum_i J_i \times Q_{sg_i} \right)$$

dove:

- CV è il numero complessivo di case per vacanza presenti nella Regione, identificato, in assenza di informazioni puntuali, sulla base delle indicazioni contenute nelle più recenti edizioni del Rapporto sul Turismo Italiano; la ripartizione delle seconde case tra le Province di Trento e Bolzano viene effettuata sulla base delle informazioni contenute nella tabella 7 del rapporto "Il turismo italiano negli appartamenti", edizione 2005, oppure da analoghe informazioni contenute in edizioni più recenti;
- O indica il numero medio di giorni di utilizzo delle case per vacanza nel corso di un anno; anche in questo caso, in assenza di informazioni più puntuali, la fonte è costituita dalle più recenti edizioni del Rapporto sul Turismo Italiano in cui sono presenti i dati necessari alle stime almeno con riferimento alle 5 ripartizioni territoriali italiane; il Rapporto non fornisce tuttavia indicazioni in merito all'utilizzo stagionale (estivo/invernale) delle case per vacanza nelle diverse Regioni e Province autonome, e dunque al numero di giorni in cui, Regione per Regione, è possibile ipotizzare l'uso di biomassa per riscaldamento;
- I è un valore percentuale che indica l'incidenza dell'utilizzo delle case per vacanza nella stagione invernale rispetto all'anno complessivo, in ogni Regione; il prodotto tra questo valore e il parametro O consente di stimare il numero di giorni di utilizzo delle case per vacanza per i quali si può assumere l'uso di biomassa per riscaldamento; in assenza di informazioni puntuali, il parametro I è ricavato dal rapporto tra le presenze turistiche negli esercizi ricettivi regionali rilevate dall'Istat nella stagione di riscaldamento rispetto alle presenze totali rilevate nell'anno di riferimento; in altri termini si ipotizza che, nelle varie Regioni, la distribuzione dell'utilizzo delle case per vacanza tra mesi estivi e invernali sia analoga a quella dell'utilizzo delle strutture ricettive (esercizi alberghieri ed extralberghieri) da parte della domanda turistica "ufficiale";
- J_i indica il numero medio di generatori di calore a biomassa di categoria i presenti in ogni casa per vacanza; il dato è ricavato assumendo per le case per vacanza la medesima composizione impiantistica rilevata dall'indagine campionaria per le case occupate stabilmente o dal più recente Censimento Istat della popolazione e delle abitazioni; lo stesso dato è aggiornato assumendolo come complementare al dato relativo alle abitazioni principali; la percentuale di vendite attribuita alle case per vacanza è pari alla percentuale di apparecchi installati nelle case per vacanza rispetto al totale degli apparecchi, assunta per l'anno precedente;
- Q_{sg_i} indica il consumo giornaliero di biomassa associato ai generatori di categoria i nelle case per vacanza. In assenza di rilevazioni o dati puntuali, il valore è assunto pari a quello medio utilizzato per le abitazioni occupate stabilmente nella Regione (TJ/apparecchio/giorno).

I consumi di biomassa nelle case per vacanza così stimati sono sommati, Regione per Regione, ai consumi nelle case occupate stabilmente.

Il dato calcolato a livello centrale può essere modificato dalle Regioni e dalle Province autonome con la seguente procedura:

Con riferimento all'anno di monitoraggio t, il 31 agosto dell'anno t+1 il GSE comunica alle Regioni e alle Province autonome i dati di monitoraggio a livello regionale ottenuti dall'applicazione della presente metodologia (Q_d regionali).

Le Regioni e le Province autonome possono segnalare al GSE, entro la stessa data, un dato o un parametro necessario per il calcolo del Q_d , risultato di rilevazioni effettuate dalle stesse Regioni/Province in modo diretto (indagini campionarie) o indiretto (analisi ed elaborazione di documentazione amministrativa relativa ad esempio a permessi, concessioni, incentivazioni, verifiche ispettive, attestati di prestazione energetica, ecc.), unitamente a un documento in cui siano descritte nel dettaglio le metodologie utilizzate per la produzione del dato al fine di verificarne l'affidabilità statistica.

Qualora il GSE verifichi uno scostamento maggiore del 10% tra il valore del Q_d regionale ottenuto dall'applicazione della metodologia nazionale e l'analogo valore calcolato utilizzando il dato o il parametro segnalato dalla Regione o Provincia autonoma, il Ministero dello sviluppo economico avvia un'istruttoria finalizzata a valutare l'affidabilità statistica del dato di fonte regionale/provinciale e a verificare l'opportunità di sostituire con tale dato quello previsto dalla presente metodologia.

Il risultato dell'istruttoria viene utilizzato per stabilire se il valore del Q_d regionale ottenuto utilizzando il dato o il parametro di fonte regionale/provinciale possa sostituire o meno il dato risultante dall'applicazione della metodologia. Qualora venga selezionato, come dato di monitoraggio, il valore del Q_d ottenuto utilizzando il dato o il parametro di fonte regionale/provinciale, la metodologia viene applicata alle altre Regioni e Province autonome.

2.1.2.2 Risultati del monitoraggio per le regioni di interesse

In Tabella 4 i risultati del monitoraggio sono riportati per la Regione Liguria; nella tabella è evidenziata la riga relativa ai consumi di energia da biomasse solide nel settore residenziale.

Tabella 4 – Monitoraggio obiettivi regionali sulle fonti rinnovabili fissati dal DM 15 marzo 2012. Consumi finali lordi di energia da fonti rinnovabili e totali (ktep). Regione Liguria

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
CONSUMI FINALI LORDI DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI	195	220	188	201	210	218
Energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili (sett. Elettrico)	45	51	52	52	51	49
Idraulica (normalizzata)	22	22	23	22	22	22
Eolica (normalizzata)	6	10	11	11	11	11
Solare	6	7	8	9	9	10
Geotermica	0	0	0	0	0	0
Biomasse solide	0	0	0	0	0	0
Biogas	11	12	11	10	9	6
Bioliquidi sostenibili	0	0	0	0	0	0
Consumi finali di energia da FER (sett. Termico)	149	168	135	148	159	169
Energia geotermica	0	0	0	0	0	0
Energia solare termica	3	3	3	3	4	4
Frazione biodegradabile dei rifiuti	0	0	0	0	0	0
Energia da biomasse solide nel settore residenziale	130	149	114	126	137	147
Energia da biomasse solide nel settore non residenziale	0	0	1	1	1	1
Energia da bioliquidi	0	0	0	0	0	0
Energia da biogas e biometano immesso in rete	1	1	1	1	1	1

Energia rinnovabile da pompe di calore	15	15	16	16	16	16
Calore derivato prodotto da fonti rinnovabili (sett. Termico)	0	1	1	1	0	0
CONSUMI FINALI LORDI DI ENERGIA	2.321	2.661	2.559	2.661	2.845	2.751
Consumi finali di energia da FER (sett. termico)	149	168	135	148	159	169
Consumi finali lordi di calore derivato	9	8	10	11	14	18
Consumi finali lordi di energia elettrica	622	588	541	538	535	545
Consumi finali della frazione non biodegradabile dei rifiuti	0	0	0	0	0	0
Consumi finali di prodotti petroliferi	717	1.005	1.117	1.206	1.233	1.058
Olio combustibile	28	21	23	28	42	71
Gasolio	352	640	673	795	827	668
GPL	48	62	102	56	51	51
Benzine	260	254	292	300	287	241
Coke di petrolio	0	0	0	0	0	0
Distillati leggeri	0	0	0	0	0	0
Carboturbo	29	27	27	28	26	26
Gas di raffineria	0	0	0	0	0	0
Consumi finali di carbone e prodotti derivati	34	46	12	15	95	102
Carbone	0	0	0	0	0	0
Lignite	1	1	1	1	1	1
Coke da cokeria	0	0	12	14	6	6
Gas da cokeria	33	45	0	0	89	96
Gas da altoforno	0	0	0	0	0	0
Consumi finali di gas	790	846	743	743	808	857
Gas naturale	790	846	743	743	808	857
Altri gas	0	0	0	0	0	0

In Tabella 5 gli stessi risultati sono riportati per la Regione Piemonte; anche in questo caso, nella tabella è evidenziata la riga relativa ai consumi di energia da biomasse solide nel settore residenziale.

Tabella 5 – Monitoraggio obiettivi regionali sulle fonti rinnovabili fissati dal DM 15 marzo 2012. Consumi finali lordi di energia da fonti rinnovabili e totali (ktep). Regione Piemonte

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
CONSUMI FINALI LORDI DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI	1.653	1.846	1.825	1.888	1.943	1.941
Energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili (sett. Elettrico)	788	860	898	930	921	925
Idraulica (normalizzata)	584	600	606	614	613	607
Eolica (normalizzata)	2	2	2	2	3	2
Solare	123	137	142	149	145	156
Geotermica	0	0	0	0	0	0
Biomasse solide	22	29	46	60	62	64
Biogas	54	82	87	90	89	88
Bioliquidi sostenibili	3	10	15	14	10	7
Consumi finali di energia da FER (sett. Termico)	822	870	797	831	884	880
Energia geotermica	2	2	2	2	2	1
Energia solare termica	11	15	17	17	18	21
Frazione biodegradabile dei rifiuti	12	13	7	6	10	2
Energia da biomasse solide nel settore residenziale	628	660	584	618	651	650
Energia da biomasse solide nel settore non residenziale	6	11	13	14	29	28
Energia da bioliquidi	0	0	0	0	0	0

Energia da biogas e biometano immesso in rete	3	4	4	4	4	3
Energia rinnovabile da pompe di calore	159	166	170	170	172	175
Calore derivato prodotto da fonti rinnovabili (sett. Termico)	43	116	130	127	137	137
CONSUMI FINALI LORDI DI ENERGIA	10.303	10.709	10.191	10.605	10.763	10.478
Consumi finali di energia da FER (sett. termico)	822	870	797	831	884	880
Consumi finali lordi di calore derivato	571	677	641	686	766	808
Consumi finali lordi di energia elettrica	2.203	2.136	2.123	2.151	2.168	2.193
Consumi finali della frazione non biodegradabile dei rifiuti	22	21	11	12	23	5
Consumi finali di prodotti petroliferi	3.242	3.391	3.440	3.538	3.460	3.150
Olio combustibile	52	56	55	92	96	64
Gasolio	2.070	2.188	2.285	2.314	2.332	2.137
GPL	219	269	279	278	299	294
Benzine	731	722	695	696	597	518
Coke di petrolio	92	82	49	80	50	46
Distillati leggeri	0	0	0	0	0	0
Carboturbo	77	74	77	80	86	91
Gas di raffineria	0	0	0	0	0	0
Consumi finali di carbone e prodotti derivati	29	19	42	20	4	2
Carbone	27	17	41	20	4	2
Lignite	0	0	0	0	0	0
Coke da cokeria	1	1	1	0	0	0
Gas da cokeria	0	0	0	0	0	0
Gas da altoforno	0	0	0	0	0	0
Consumi finali di gas	3.415	3.597	3.138	3.367	3.458	3.441
Gas naturale	3.415	3.597	3.138	3.367	3.458	3.441
Altri gas	0	0	0	0	0	0

In Tabella 6, infine, gli stessi risultati sono riportati per la Regione Valle d'Aosta; anche in questo caso, nella tabella è evidenziata la riga relativa ai consumi di energia da biomasse solide nel settore residenziale.

Tabella 6 – Monitoraggio obiettivi regionali sulle fonti rinnovabili fissati dal DM 15 marzo 2012. Consumi finali lordi di energia da fonti rinnovabili e totali (ktep). Regione Valle d'Aosta.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
CONSUMI FINALI LORDI DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI	307	321	320	327	330	307
Energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili (sett. Elettrico)	268	277	278	282	282	282
Idraulica (normalizzata)	266	274	275	278	278	279
Eolica (normalizzata)	0	0	0	0	0	0
Solare	2	2	2	2	2	2
Geotermica	0	0	0	0	0	0
Biomasse solide	0	0	0	0	0	0
Biogas	1	1	1	1	1	0
Bioliquidi sostenibili	0	0	0	0	0	0
Consumi finali di energia da FER (sett. Termico)	36	39	39	39	42	43
Energia geotermica	0	0	0	0	0	0
Energia solare termica	1	1	2	2	2	2
Frazione biodegradabile dei rifiuti	0	0	0	0	0	0
Energia da biomasse solide nel settore residenziale	32	35	34	33	35	36
Energia da biomasse solide nel settore non residenziale	0	1	2	3	3	3

Energia da bioliquidi	0	0	0	0	0	0
Energia da biogas e biometano immesso in rete	0	0	0	0	0	0
Energia rinnovabile da pompe di calore	2	2	2	2	2	2
Calore derivato prodotto da fonti rinnovabili (sett. Termico)	3	5	3	6	7	6
CONSUMI FINALI LORDI DI ENERGIA	491	423	429	408	376	404
Consumi finali di energia da FER (sett. termico)	36	39	39	39	42	43
Consumi finali lordi di calore derivato	3	5	3	6	7	9
Consumi finali lordi di energia elettrica	99	98	95	91	92	98
Consumi finali della frazione non biodegradabile dei rifiuti	0	0	0	0	0	0
Consumi finali di prodotti petroliferi	274	200	214	196	157	178
Olio combustibile	1	0	0	1	0	1
Gasolio	218	152	168	152	113	134
GPL	8	19	19	18	19	19
Benzine	46	29	26	25	25	25
Coke di petrolio	0	0	0	0	0	0
Distillati leggeri	0	0	0	0	0	0
Carboturbo	0	0	0	0	0	0
Gas di raffineria	0	0	0	0	0	0
Consumi finali di carbone e prodotti derivati	0	0	0	0	0	0
Carbone	0	0	0	0	0	0
Lignite	0	0	0	0	0	0
Coke da cokeria	0	0	0	0	0	0
Gas da cokeria	0	0	0	0	0	0
Gas da altoforno	0	0	0	0	0	0
Consumi finali di gas	80	81	78	75	78	76
Gas naturale	80	81	78	75	78	76
Altri gas	0	0	0	0	0	0

2.1.3 I dati del censimento ISTAT della popolazione e delle abitazioni

Il censimento della popolazione e delle abitazioni rileva, per ciascun comune, la totalità delle persone dimoranti abitualmente e consente di conoscere la struttura demografica e sociale dell'Italia e dei suoi territori. Il 9 ottobre 2011 è la data di riferimento del 15° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni, caratterizzato da numerose innovazioni metodologiche e tecniche, progettate per semplificare l'impatto organizzativo sui comuni, valorizzare i dati amministrativi, recuperare tempestività nella diffusione dei dati definitivi, ridurre il carico statistico sulle famiglie.

A differenza del 2001, la consegna dei questionari alle famiglie registrate nelle anagrafi comunali è avvenuta tramite spedizione postale. I cittadini hanno avuto l'opportunità di compilare il questionario on line o, in alternativa, di compilare il questionario cartaceo e restituirlo agli uffici postali o ai centri di raccolta appositamente istituiti sul territorio comunale.

In occasione del Censimento del 2011, per la prima volta, alcune informazioni di carattere socio economico sono state rilevate su base campionaria attraverso l'uso di due tipi di questionario: uno in forma ridotta, con pochi quesiti, tra cui quelli indispensabili per la produzione dei dati richiesti dall'Unione Europea ad un elevato dettaglio territoriale, e uno in forma completa in cui sono state aggiunte le altre variabili previste nel piano di rilevazione.

I questionari sono stati predisposti tenendo in considerazione la normativa nazionale ed europea, la nuova strategia di rilevazione, la necessità di assicurare la confrontabilità internazionale, le richieste degli utilizzatori del dato censuario e per garantire la continuità di alcune serie storiche.

Il censimento ISTAT della popolazione e delle abitazioni contiene dati ad un livello di disaggregazione territoriale più dettagliato di quello regionale di cui ai paragrafi precedenti.

A ottobre 2019 è iniziata una nuova edizione del Censimento permanente della popolazione e delle abitazioni. Il Censimento permette di conoscere le principali caratteristiche socio-economiche della popolazione dimorante abitualmente in Italia. Per la seconda volta l'Istat effettua la rilevazione censuaria con cadenza annuale e non più decennale, il che consente di rilasciare informazioni continue e tempestive.

A differenza delle passate tornate censuarie, il Censimento permanente non coinvolge più tutte le famiglie nello stesso momento, ma solo un campione di esse. Ogni anno le famiglie chiamate a partecipare sono circa un milione e quattrocentomila, in oltre 2.800 comuni.

Il nuovo Censimento è comunque in grado di restituire informazioni rappresentative dell'intera popolazione, grazie all'integrazione dei dati raccolti con le diverse rilevazioni campionarie con quelli provenienti dalle fonti amministrative.

I principali vantaggi introdotti dal nuovo disegno censuario sono un forte contenimento dei costi della rilevazione e una riduzione del fastidio a carico delle famiglie. La seconda rilevazione si è chiusa il 20 dicembre 2019. Non sono ancora stati pubblicati risultati utili.

L'Istat ha pubblicato i dati geografici del sistema delle basi territoriali degli anni 1991, 2001 e 2011 dell'insieme delle partizioni e zonizzazioni del territorio italiano⁸:

- Sezioni di censimento;
- Aree di censimento (solo nella versione 2011 e per i comuni maggiori di 20.000 abitanti o capoluogo di provincia al 1 gennaio 2008);
- Aree sub comunali (municipi, quartieri ecc. dei 34 comuni di maggiore dimensione demografica e con popolazione non inferiore a 100.000 abitanti);
- Località.

I dati geografici delle sezioni di censimento, mosaicati a livello nazionale, sono disponibili in duplice proiezione geografica (sistema di riferimento ED 1950 UTM Zona 32n e WGS 84 UTM Zona 32n) in formato shapefile.

Sono rilevanti i dati riportati nella seguente Tabella 7.

Tabella 7 – Dati censuari di interesse disponibili su base cartografica

Codice	Variabile
P1	Popolazione residente - Totale
A2	Abitazioni occupate da almeno una persona residente
A3	Abitazioni vuote e abitazioni occupate solo da persone non residenti
A44	Superficie delle abitazioni occupate da almeno una persona residente per sezione di censimento
E1	Edifici e complessi di edifici (totale)
E2	Edifici e complessi di edifici utilizzati
E3	Edifici ad uso residenziale
E4	Edifici e complessi di edifici (utilizzati) ad uso produttivo, commerciale, direzionale/terziario, turistico/ricettivo, servizi, altro
E5	Edifici ad uso residenziale in muratura portante
E6	Edifici ad uso residenziale in calcestruzzo armato
E7	Edifici ad uso residenziale in altro materiale (acciaio, legno, ecc.)
E8	Edifici ad uso residenziale costruiti prima del 1919

⁸ [ISTAT. Basi territoriali e variabili censuarie: Censimenti 1991, 2001 e 2011, 11 gennaio 2017](#)

E9	Edifici ad uso residenziale costruiti dal 1919 al 1945
E10	Edifici ad uso residenziale costruiti dal 1946 al 1960
E11	Edifici ad uso residenziale costruiti dal 1961 al 1970
E12	Edifici ad uso residenziale costruiti dal 1971 al 1980
E13	Edifici ad uso residenziale costruiti dal 1981 al 1990
E14	Edifici ad uso residenziale costruiti dal 1991 al 2000
E15	Edifici ad uso residenziale costruiti dal 2001 al 2005
E16	Edifici ad uso residenziale costruiti dopo il 2005
E17	Edifici ad uso residenziale con un piano
E18	Edifici ad uso residenziale con 2 piani
E19	Edifici ad uso residenziale con 3 piani
E20	Edifici ad uso residenziale con 4 piani o più
E21	Edifici ad uso residenziale con un interno
E22	Edifici ad uso residenziale con 2 interni
E23	Edifici ad uso residenziale da 3 a 4 interni
E24	Edifici ad uso residenziale da 5 a 8 interni
E25	Edifici ad uso residenziale da 9 a 15 interni
E26	Edifici ad uso residenziale con 16 interni o più
E27	Totale interni in edifici ad uso residenziale

In Figura 2 è riportata, a titolo di esempio, la superficie delle abitazioni occupate da almeno una persona residente per sezione di censimento per la Provincia di Imperia.

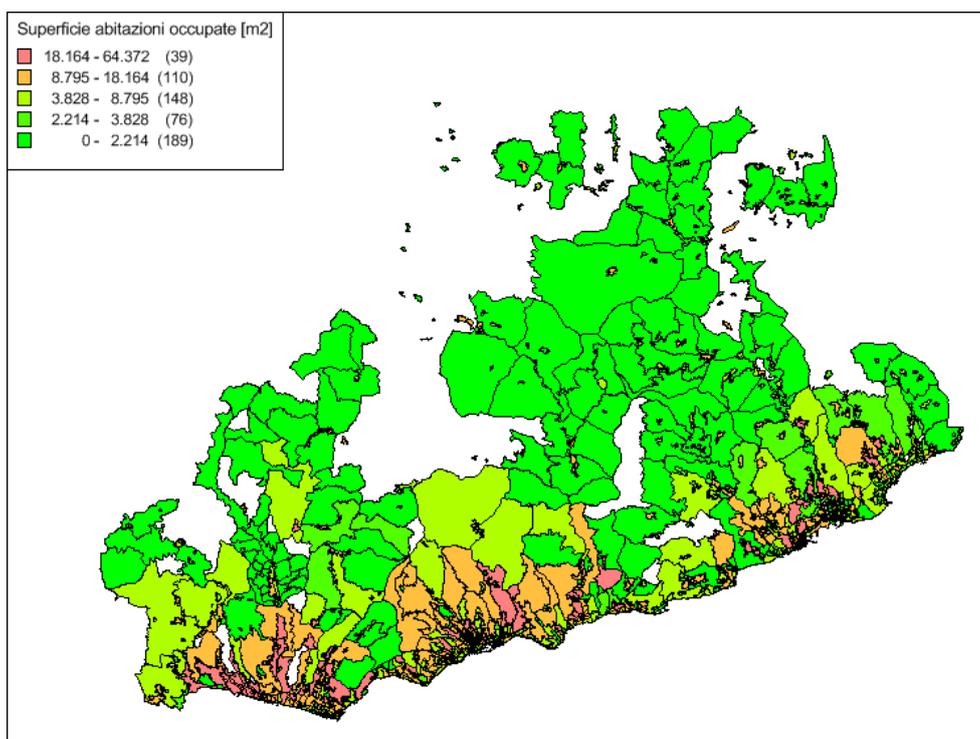


Figura 2 - Superficie totale delle abitazioni occupate da almeno una persona residente per sezione di censimento dei comuni della provincia di Imperia

Il 15° Censimento della popolazione e delle abitazioni (2011) ha chiesto, tra le differenti domande, quale impianto (o impianti) di riscaldamento possiede l'abitazione e, per ciascun impianto, il

combustibile o l'energia che lo alimenta (Figura 3). Una domanda simile era già contenuta nel 14° censimento del 2001 (Figura 4).

4.2 Indicare quale impianto (o impianti) di riscaldamento ha l'abitazione e – per ciascun impianto – il combustibile o l'energia che lo alimenta (sono possibili più risposte)

	Metano, gas naturale	Gasolio	GPL (Gas Petrolio Liquefatto)	Combustibile solido (legna, carbone, ecc.)	Olio combustibile	Energia elettrica	Altro combustibile o energia
Impianto centralizzato ad uso di più abitazioni	01 <input type="checkbox"/>	02 <input type="checkbox"/>	03 <input type="checkbox"/>	04 <input type="checkbox"/>	05 <input type="checkbox"/>	06 <input type="checkbox"/>	07 <input type="checkbox"/>
Impianto autonomo ad uso esclusivo dell'abitazione	08 <input type="checkbox"/>	09 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	11 <input type="checkbox"/>	12 <input type="checkbox"/>	13 <input type="checkbox"/>	14 <input type="checkbox"/>
Apparecchi singoli fissi (camino, stufa, radiatore, pompe di calore, ecc.) che riscaldano l'intera abitazione, o la maggior parte di essa	15 <input type="checkbox"/>	16 <input type="checkbox"/>	17 <input type="checkbox"/>	18 <input type="checkbox"/>	19 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	21 <input type="checkbox"/>
Apparecchi singoli fissi (camino, stufa, radiatore, pompe di calore, ecc.) che riscaldano alcune parti dell'abitazione	22 <input type="checkbox"/>	23 <input type="checkbox"/>	24 <input type="checkbox"/>	25 <input type="checkbox"/>	26 <input type="checkbox"/>	27 <input type="checkbox"/>	28 <input type="checkbox"/>

Figura 3 - Censimento 2011: domanda su tipologia di impianto di riscaldamento e combustibile o l'energia che lo alimenta

4. Impianto di riscaldamento

4.1 Indicare qual è l'impianto di riscaldamento di cui dispone l'abitazione

(sono possibili più risposte)

Impianto <u>centralizzato</u> ad uso di più abitazioni	1 <input type="checkbox"/>	Apparecchi <u>singoli fissi</u> (caminetto, stufa, radiatore individuale, ecc.) che consentono il riscaldamento solo di alcune parti dell'abitazione	4 <input type="checkbox"/>
Impianto <u>fisso autonomo</u> ad uso esclusivo dell'abitazione	2 <input type="checkbox"/>	Non dispone di nessuno degli impianti o apparecchi precedenti	5 <input type="checkbox"/> ➔ andare al punto 5
Apparecchi <u>singoli fissi</u> (caminetto, stufa, radiatore individuale, ecc.) che consentono il riscaldamento di <u>tutta</u> o della <u>maggior parte</u> dell'abitazione	3 <input type="checkbox"/>		

4.2 Indicare qual è il combustibile o l'energia che alimenta l'impianto di riscaldamento dell'abitazione

(sono possibili più risposte)

Metano, gas naturale	1 <input type="checkbox"/>	Legna	4 <input type="checkbox"/>	Carbone	7 <input type="checkbox"/>
Gasolio	2 <input type="checkbox"/>	Energia elettrica	5 <input type="checkbox"/>	Energia solare	8 <input type="checkbox"/>
GPL (Gas Petrolio Liquefatto)	3 <input type="checkbox"/>	Olio combustibile	6 <input type="checkbox"/>	Altro tipo di combustibile o energia ...	9 <input type="checkbox"/>

Figura 4 - Censimento 2001: domande su tipologia di impianto di riscaldamento e combustibile o l'energia che lo alimenta

ISTAT ha fornito su richiesta una elaborazione delle risposte dei censimenti consistenti nel numero di abitazioni per tipologia di vettore energetico che alimenta l'impianto di riscaldamento. Nella seguente Figura 5 è fornito la distribuzione delle abitazioni per vettore energetico utilizzato un riepilogo regionale mentre in Figura 6 è mostrata la distribuzione per comune del numero di abitazioni alimentate a combustibile solido (legna, carbone, ecc.) che, può essere assimilato al numero di abitazioni alimentato a legna.

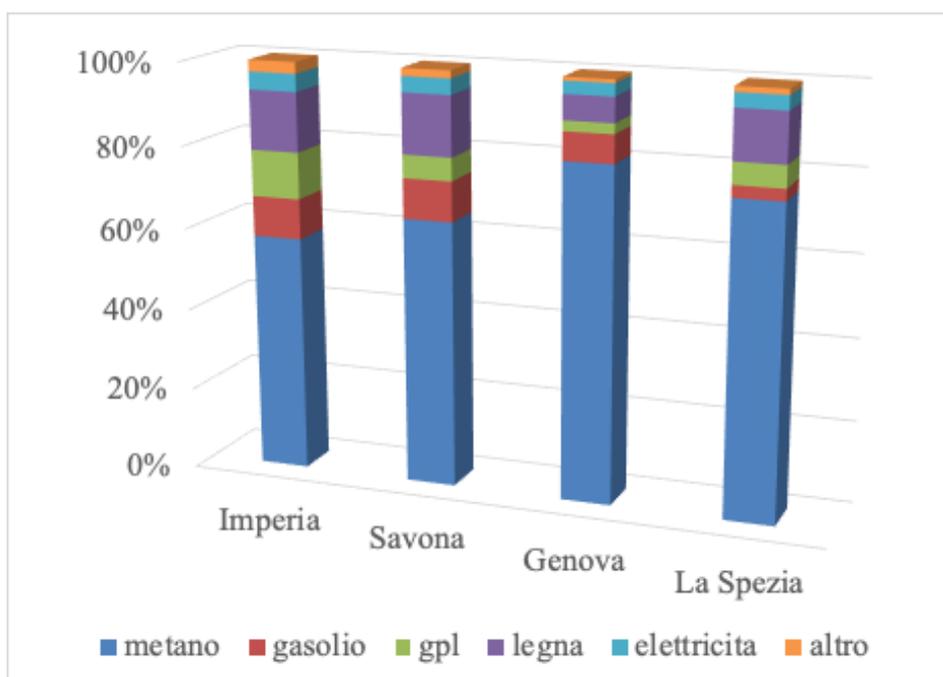


Figura 5 - Censimento 2011: distribuzione numero di abitazioni per tipologia di vettore energetico che alimenta l'impianto di riscaldamento per provincia

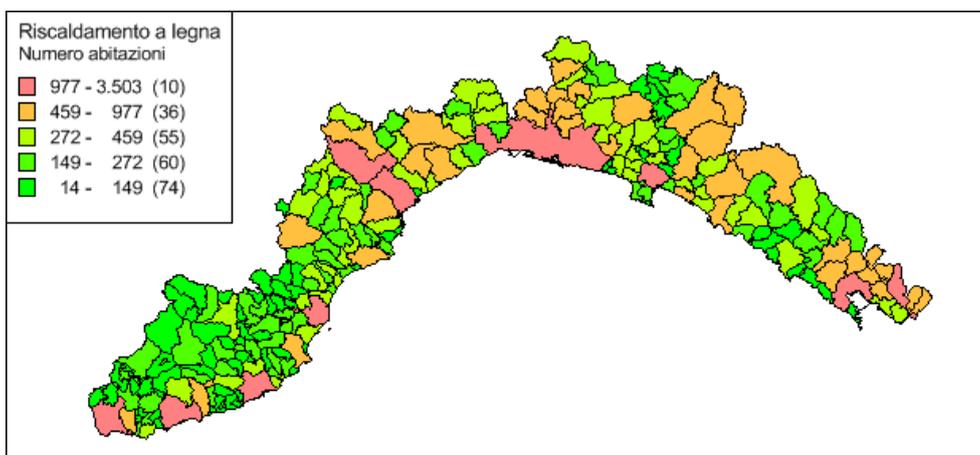


Figura 6 - Censimento 2011: distribuzione comunale del numero di abitazioni alimentate a combustibile solido (legna, carbone, ecc.)

Analoghi dati sono disponibili per la Regione Piemonte e la Regione Valle d'Aosta.

2.1.4 I gradi giorno su base comunale

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 la temperatura dell'ambiente (T_a), convenzionalmente fissata a 20°C, e la temperatura media esterna giornaliera (T_i); l'unità di misura utilizzata è il grado giorno (GG):

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

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 riscaldamento⁹. La temperatura interna di base è fissata dalla legislazione italiana in 20°C, anche se ad esempio ISPRA⁹ assume il valore di 18°C, quello adottato dal JRC (Joint Research Centre), come temperatura di “comfort”.

I gradi giorno rappresentano un elemento di base per il calcolo del fabbisogno energetico degli edifici come già evidenziato al paragrafo 2.1.2.1. I dati del fabbisogno energetico, come sarà descritto al capitolo 4, possono essere usati per la valutazione delle emissioni a livello subregionale ed in particolare a livello LAU2¹⁰ (Comuni in Italia e Communes in Francia).

I gradi giorno convenzionali a livello comunale sono stati determinati in Italia dalla legislazione¹¹ e successivamente aggiornati¹². In Tabella 8 sono riportati, a titolo di esempio, i gradi giorno per la Provincia di Imperia.

Tabella 8 – Gradi giorno dei comuni della provincia di 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
Bordighera	5	1057	C	Pieve di Tecò	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

⁹ [ISPRA, Consumi energetici ed heating degree days \(HDD\) a confronto. Proiezioni al 2050 degli HDD in differenti scenari climatici. Rapporti 277, 2017](#)

¹⁰ [Eurostat, NUTS - Nomenclature of Territorial Units for Statistics, Local Administrative Units \(LAU\)](#)

¹¹ Decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412 . Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10. ([GU Serie Generale n.242 del 14-10-1993 - Suppl. Ordinario n. 96](#))

¹² [ARERA, Tab. A allegata al D.P.R. 412/93 aggiornata al 31 ottobre 2009, Zone climatiche. Elenco dei comuni italiani diviso per regioni e provincie](#)

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				

2.1.5 I dati sulle tecnologie di combustione

Con riferimento alla Regione Valle d'Aosta sono disponibili le informazioni di cui alla seguente Figura 7¹³.

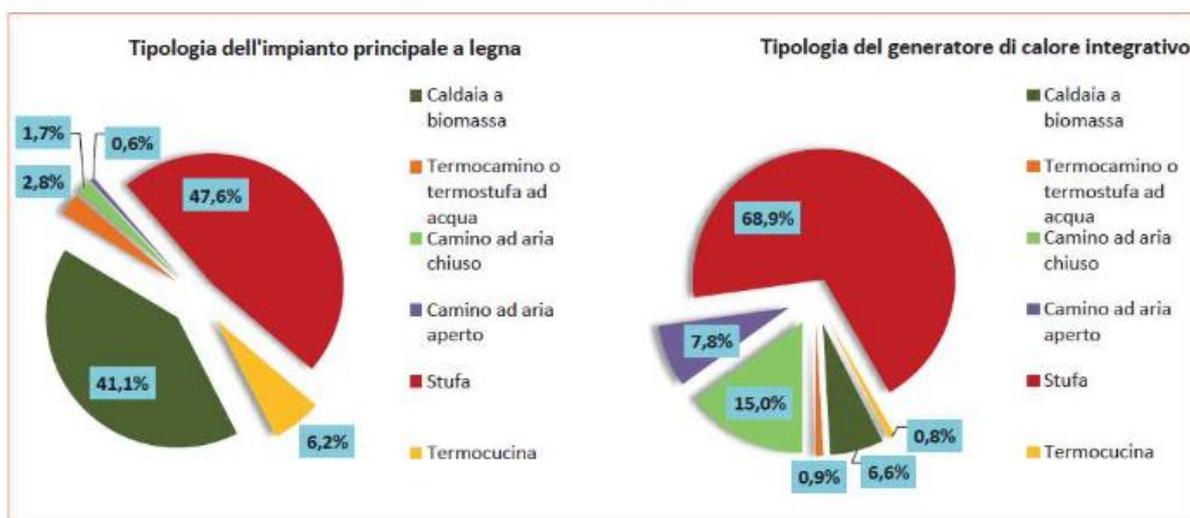


Figura 7 – Regione Valle d'Aosta. Tipologia di impianti a biomassa utilizzati suddivisi tra impianto principale e impianto secondario

2.2 I dati per il territorio francese

2.2.1 I dati regionali

I dati regionali di consumi di legna sono pubblicati, nel quadro dei bilanci energetici regionali, dal Service de la donnée et des études statistiques (SDES)¹⁴, che ha come missione di organizzare il

¹³ Regione Valle d'Aosta. Corrette pratiche di gestione e manutenzione di impianti termici civili alimentati a biomasse: Linee guida

sistema di osservazione socioeconomica e statistica nei settori delle abitazioni, costruzioni, trasporti, energia, ambiente e sviluppo sostenibile, in collegamento con le istituzioni nazionali, europee e internazionali interessate.

Sono rilevanti i dati riportati nelle seguenti Tabella 9 e Tabella 10.

Tabella 9 – Dati dei consumi finali del settore residenziale e terziario: Auvergne-Rhône-Alpes

Consommation finale		Unité	2014	2015	2016	2017
CRT1	Résidentiel tertiaire (CRT3+CRT5+CRT9+CRT15+CRT16)	ktep	7859	8192	8196	8291
CRT2	Charbon	ktep	0	0	0	0
CRT3	Produits pétroliers	ktep	1532	1613	1338	1378
CRT4	Gaz naturel et gaz de réseaux (unité propre) (CRT6+CRT7)	GWh	24062	24512	26226	26461
CRT5	Gaz naturel et gaz de réseaux	ktep	1853	1887	2019	2037
CRT6	dont résidentiel	GWh	13679	14680	16399	15155
CRT7	dont tertiaire	GWh	10384	9831	9828	11306
CRT8	Électricité (unité propre), (CRT10+CRT11)	GWh	37707	39281	39967	40435
CRT9	Électricité	ktep	3243	3378	3437	3477
CRT10	- Résidentiel: basse tension (usages domestiques et agricoles)	GWh	18552	19111	20043	20271
CRT11	- Tertiaire: haute et basse tension (CRT12+CRT13+CRT14)	GWh	19155	20170	19924	20164
CRT12	- Usages professionnels et divers : basse tension	GWh	5350	5401	5267	5411
CRT13	- services publics et éclairages publics : basse tension	GWh	728	686	673	631
CRT14	- tertiaire : haute tension	GWh	13078	14083	13984	14122
CRT15	Bois énergie (EnR5 + EnR7)	ktep	1098	1174	1257	1223
EnR5	Production bois de chauffage des ménages	ktep	985	1046	1126	1083
EnR6	Production dont bois-énergie dans le collectif et tertiaire	ktep	113	128	131	140
CRT16	Chauffage urbain (hors bois et produits pétroliers)	ktep	132	139	144	174
CRT17	Consommation totale du secteur résidentiel (0,7*CRT3+0,077*CRT6+0,086*CRT10+EnR5+0,6*CRT16)	Ktep	4786	5033	5136	5063
CRT18	Consommation totale du secteur tertiaire (CRT1-CRT17)	Ktep	3073	3159	3060	3227

Tabella 10 – Dati dei consumi finali del settore residenziale e terziario: Provence-Alpes-Côte d'Azur

Consommation finale		Unité	2014	2015	2016	2017
CRT1	Résidentiel tertiaire (CRT3+CRT5+CRT9+CRT15+CRT16)	ktep	4014	4064	4051	3979
CRT2	Charbon	ktep	nd	nd	nd	Nd
CRT3	Produits pétroliers	ktep	531	574	526	519
CRT4	Gaz naturel et gaz de réseaux (unité propre) (CRT6+CRT7)	GWh	11725	10563	10305	9695
CRT5	Gaz naturel et gaz de réseaux	ktep	903	813	793	747
CRT6	dont résidentiel	GWh	7622	6086	6196	5791
CRT7	dont tertiaire	GWh	4103	4476	4108	3904
CRT8	Électricité (unité propre), (CRT10+CRT11)	GWh	25988	26847	27144	27059
CRT9	Électricité	ktep	2235	2309	2334	2327

¹⁴ [Service de la donnée et des études statistiques, Données régionales de production et de consommation finale de l'énergie, Publié le 27/05/2019](#)

CRT10	- Résidentiel: basse tension (usages domestiques et agricoles)	GWh	13897	14494	14762	14622
CRT11	- Tertiaire: haute et basse tension (CRT12+CRT13+CRT14)	GWh	12092	12353	12382	12437
CRT12	- Usages professionnels et divers : basse tension	GWh	3479	3492	3548	3471
CRT13	- services publics et éclairages publics : basse tension	GWh	424	410	405	398
CRT14	- tertiaire : haute tension	GWh	8189	8451	8429	8568
CRT15	Bois énergie (EnR5 + EnR7)	ktep	324	345	374	361
EnR5	Production bois de chauffage des ménages	ktep	310	329	354	341
EnR6	Production dont bois-énergie dans le collectif et tertiaire	ktep	s	s	s	s
CRT16	Chauffage urbain (hors bois et produits pétroliers)	ktep	21	22	23	26
CRT17	Consommation totale du secteur résidentiel (0,7*CRT3+0,077*CRT6+0,086*CRT10+EnR5+0,6*CRT16)	ktep	2476	2459	2483	2423
CRT18	Consommation totale du secteur tertiaire (CRT1-CRT17)	ktep	1537	1604	1568	1556

s : variable secrétisée ; nd : non disponible

2.2.2 I dati sulle tecnologie di combustione

I dati sulle tecnologie di combustione sono stati reperiti mediante opportune indagini sul campo effettuate dai partner del progetto.

In particolare con riferimento alla regione Auvergne-Rhône-Alpes è stata realizzata un'indagine telefonica regionale sugli usi e le attrezzature utilizzate dalle persone che usano la legna come combustibile per il riscaldamento¹⁵. Sono state intervistate 19.000 famiglie per raggiungere l'obiettivo di 6.000 utilizzatori di legna nella regione ed il consumo di legna è stato fornito da 1/3 degli intervistati, vale a dire circa 2000 famiglie.

In Figura 8 sono riportati i risultati sul vettore energetico principale utilizzato per il riscaldamento tra gli utilizzatori di legna da cui si evince come il vettore principale utilizzato da questi utenti sia l'energia elettrica mentre la legna è utilizzata come vettore principale solo dal 22,9%. Tuttavia, Figura 9, il 78,1% dichiara di utilizzare la legna come combustibile secondario.

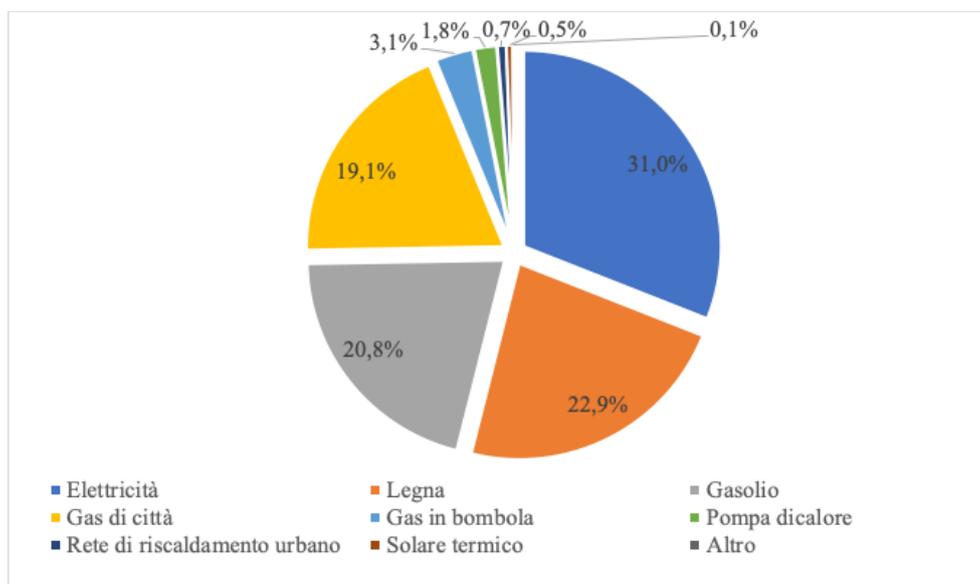


Figura 8 - Indagine regionale Auvergne-Rhône-Alpes: Vettore energetico principale utilizzato per il riscaldamento tra gli utilizzatori di legna

¹⁵ ATMO, Clim'area, Enquête bois

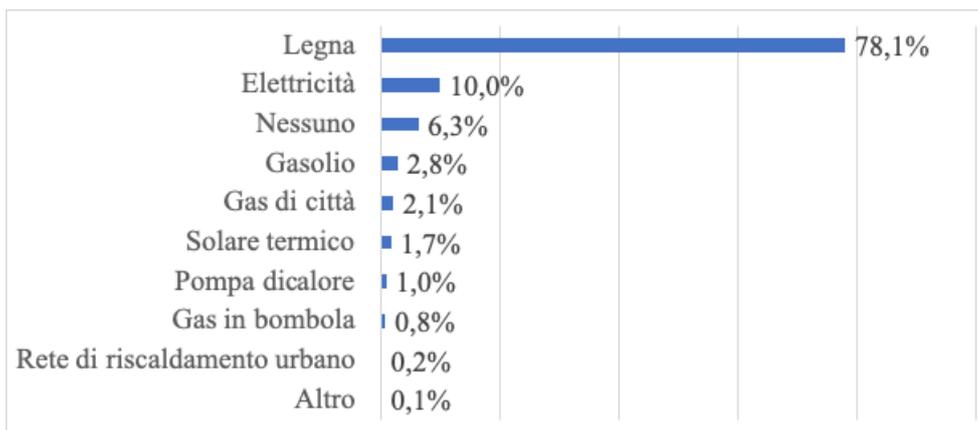


Figura 9 - Indagine regionale Auvergne-Rhône-Alpes: Vettore energetico secondario utilizzato per il riscaldamento tra gli utilizzatori di legna

Con riferimento alle tecnologie utilizzate, Figura 10, il 61,5% degli utilizzatori usa sistemi tradizionali (camino a fuoco aperto per oltre il 35%, stufe per legna a ciocchi per oltre il 19%, caldaie a carica manuale per circa il 5% circa e cucine a legna per oltre il 2%) e solo il 15% usa il pellet.

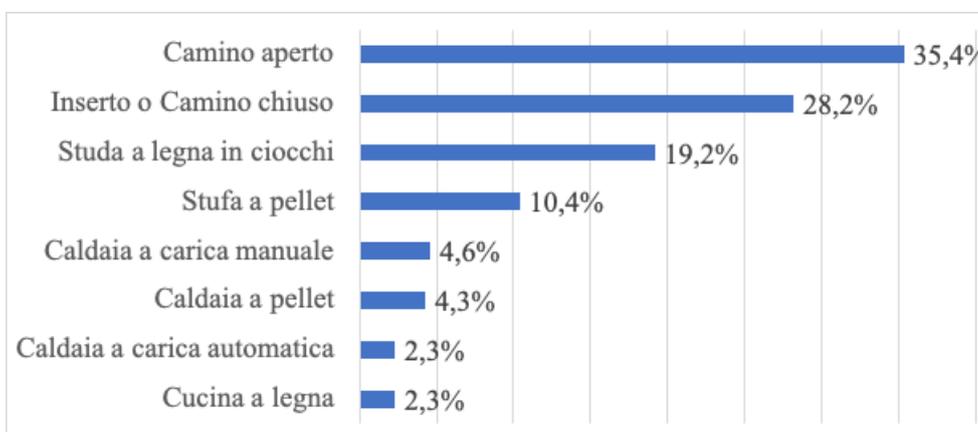


Figura 10 - Indagine regionale Auvergne-Rhône-Alpes: Vettore energetico secondario utilizzato per il riscaldamento tra gli utilizzatori di legna

2.2.3 I dati della popolazione e delle abitazioni

Sul sito dell'Institute national de la statistique et des études économiques sono disponibili i dati relativi al numero abitazioni a livello comunale ed alla superficie media delle abitazioni stesse a livello comunale o di 1km x 1km¹⁶. Un esempio è riportato in Figura 11.

¹⁶ [Institute national de la statistique et des études économiques. Statistiques Locales. Indicateurs: cartés, données et graphiques](#) sélection: *Conditions de vie – société -> Logements -> Logement (2016 ... 1968)* e -> *Surface moyenne des logements (au carreau) (m²) 2015*

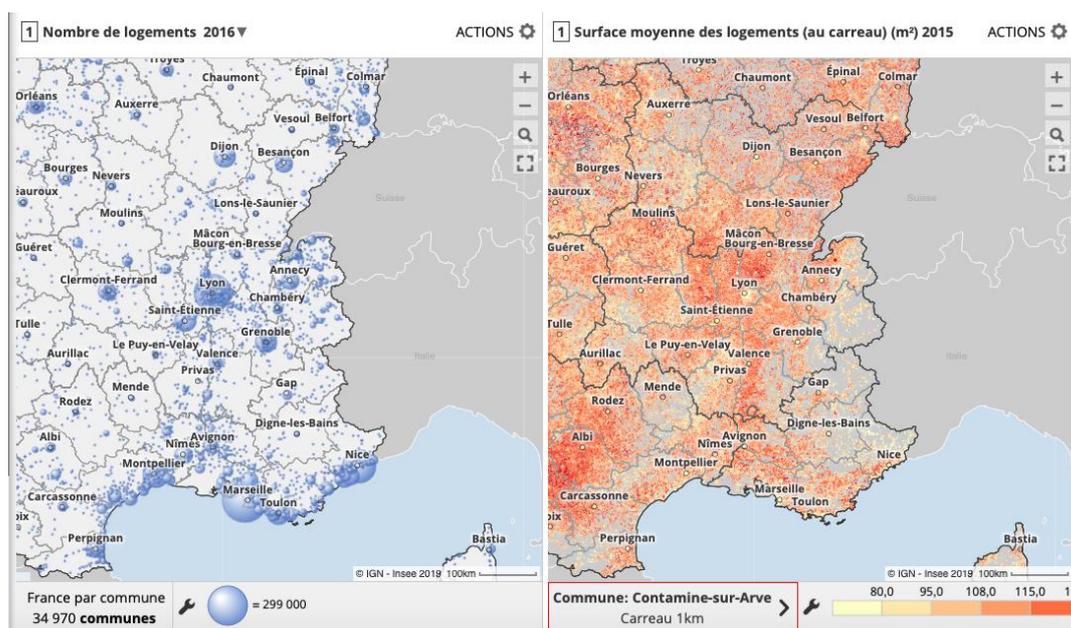


Figura 11 – Numero di abitazioni e loro superficie media nei territori di interesse

Maggiori dettagli sulle abitazioni sono disponibili presso l'Institute national de la statistique et des études économiques¹⁷ che riporta, ogni anno, la composizione del patrimonio abitativo a livello subcomunale (tipo di residenza, tipo di riscaldamento, combustibile principale, superficie dell'alloggiamento, ecc.).

Il livello subcomunale è il livello di IRIS¹⁸, unità in cui sono divise le città con più di 10.000 abitanti e una grande percentuale di città tra 5.000 e 10.000 abitanti. La Francia è composta da circa 16.100 IRIS, di cui 650 nei dipartimenti d'oltremare. Per estensione, al fine di coprire l'intero paese, tutte le città non divise in unità IRIS costituiscono di per sé unità IRIS.

2.2.4 Igradi giorno

I gradi giorno di riscaldamento di una località francese¹⁹, sono la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento (R), che per la Francia va da Gennaio a Maggio e da Ottobre a Dicembre, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente (T_a), convenzionalmente fissata a 17°C, e la temperatura media esterna giornaliera (T_i); l'unità di misura utilizzata è il grado giorno (GG):

$$GG = \sum_{i \in R: T_i < 17} (17 - T_i)$$

I gradi giorno sono disponibili a pagamento da Météo France su base comunale²⁰.

I dati del fabbisogno energetico, come sarà descritto al capitolo 4, possono essere usati per la valutazione delle emissioni a livello subregionale ed in particolare a livello LAU2²¹ (Comuni in Italia e Communes in Francia).

¹⁷ [Institute national de la statistique et des études économiques. Logements, individus, activité, mobilités scolaires et professionnelles, migrations résidentielles en 2015. Recensement de la population - Fichier détail](#)

¹⁸ [Institute national de la statistique et des études économiques. IRIS](#)

¹⁹ [Évaluation des degrés-jours unifiés au niveau régional et départemental. Note d'accompagnement, juillet 2019](#)

²⁰ [Météo France. L'offre de services, Degrés Jours Unifiés - DJU](#)

3 RAFFRONTO TRA LE PIÙ RECENTI METODOLOGIE UTILIZZATE DAI PARTNER DEL PROGETTO PER LA STIMA DEI CONSUMI DI LEGNA NEL SETTORE RESIDENZIALE E DELLE EMISSIONI

Il presente capitolo riporta un raffronto tra le metodologie utilizzate dai partner del progetto per la stima dei consumi di legna nel settore residenziale e delle emissioni (dati statistici utilizzati, livello di dettaglio disponibile, fattori di emissione, fonti ed elaborazioni dei dati, metodologia di stima e di disaggregazione spaziale e temporale) e per la revisione dei dati storici.

3.1 Regione Liguria

I consumi complessivi sono stati valutati a livello regionale e comunale nell'ambito della realizzazione del bilancio energetico regionale con la metodologia già richiamata nell'ambito del presente progetto²². I consumi sono stati valutati separatamente per legna e pellets.

I consumi totali di legna sono stati valutati a partire dai dati del GSE sull'Energia da biomasse solide nel settore residenziale²³ e, in assenza di maggiori informazioni il rapporto tra pellet e legna da ardere è mantenuto costante come nell'indagine ISTAT 2013²⁴.

Tabella 11 – Consumi regionali nel residenziale per vettore energetico nel 2016

Tecnologia	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

Per la stima delle emissioni è stato necessario effettuare una suddivisione tra le differenti tecnologie di combustione della legna (Tabella 12). Tabella 12 – Suddivisione dei consumi di legna nel residenziale tra le differenti tecnologie

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

Ai fini della stima è stato mantenuto costante il dato regionale relativo all'indagine ISTAT del 2013¹³. È stata inoltre effettuata una suddivisione del consumo di legna tra caminetti e stufe utilizzando una valutazione di fonte ENEA²⁵ (approssimata come 70% caminetti e 30% stufe).

²¹ [Eurostat, NUTS - Nomenclature of Territorial Units for Statistics, Local Administrative Units \(LAU\)](#)

²² Techne Consulting, Metodologia di stima delle emissioni dalla combustione di biomassa legnosa nel settore residenziale RLI.CE.19 – RF1 - Ed. 1 Rev. 0 – Dicembre 2019

²³ [GSE, Liguria: Monitoraggio obiettivi regionali sulle fonti rinnovabili fissati dal DM 15 marzo 2012 "Burden sharing". Consumi finali lordi di energia da fonti rinnovabili e totali](#)

²⁴ [ISTAT, I consumi energetici delle famiglie \(Tabella 17\)](#)

²⁵ [Gerardi V., Perrella G., I consumi energetici di biomasse nel settore residenziale in Italia nel 1999, ENEA RT/ERG/2001/7](#)

Infine, in attesa dei risultati dell'aggiornamento dell'indagine ISTAT, si mantengono, a titolo conservativo, costanti le percentuali di penetrazione degli apparati innovativi relativi al 2013.

I dati a livello comunale sono stati ottenuti, utilizzando il fabbisogno energetico delle abitazioni per comune e per tipologia di riscaldamento, come discusso al capitolo 4.2.

I fattori di emissione utilizzati, per cui si fa riferimento all'EMEP/EEA Guidebook 2019²⁶, sono riportati nel capitolo 4.1.

Nel seguito del paragrafo è riportato per l'anno 2016 il dettaglio delle emissioni totali regionali.

Preliminarmente, in Figura 12 è mostrata in forma grafica la distribuzione tra i differenti combustibili dei consumi e delle emissioni per gli inquinanti maggiormente significativi.

In seguito, in Tabella 13 per gli inquinanti principali, Tabella 14 per i metalli pesanti, Tabella 15 per IPA, benzene e black carbon, Tabella 16 per i microinquinanti e Tabella 17 per i gas climalteranti, sono riportate nel dettaglio le emissioni per tecnologia e combustibile.

Successivamente, in Figura 13 per gli ossidi di azoto e Figura 15 per il PM₁₀ sono riportate le mappe su base comunale delle emissioni totali nel settore residenziale per l'anno 2016; le mappe mostrano come le emissioni siano maggiori nei comuni più grandi e nei comuni dell'entroterra.

In Figura 14 per gli ossidi di azoto e Figura 16 per il PM₁₀ sono riportate le mappe delle emissioni pro-capite nel settore residenziale per l'anno 2016; le mappe mostrano in modo più significativo gli effetti climatici e la maggiore penetrazione della combustione della legna nei comuni dell'entroterra.

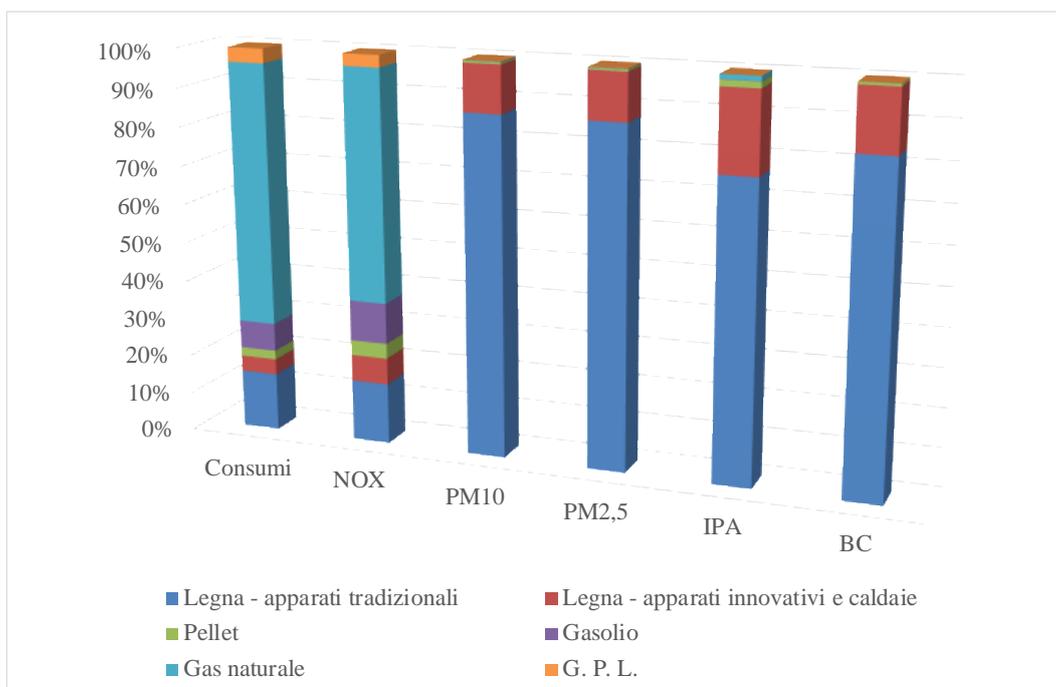


Figura 12 – Regione Liguria - Distribuzione, tra i differenti combustibili, dei consumi e delle emissioni degli inquinanti maggiormente significativi

²⁶ [EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report No 13/2019](#)

Tabella 13 - Regione Liguria - Emissioni totali di inquinanti principali per tecnologia (Mg) – Anno 2016

Codice	Attività	Combustibile	CO	COVNM	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	PST	SO _x	NH ₃
02020300	Caldaie < 20 MWth	Legna	1.698,1	148,6	34,0	203,8	199,5	212,3	4,7	31,4
		Gasolio	7,6	0,4	142,5	3,1	3,1	3,1	96,0	-
		Gas naturale	425,2	34,8	811,7	3,9	3,9	3,9	5,8	-
		G. P. L.	10,7	2,1	42,6	2,1	2,1	10,7	0,2	-
02020620	Caminetti	Legna	12.008,2	1.801,2	150,1	2.521,7	2.461,7	2.641,8	33,0	222,2
02020621	Caminetti Avanzati	Legna	2.062,0	180,4	41,2	195,9	190,7	206,2	5,7	19,1
02020630	Stufe tradizionali	Legna	5.134,8	770,2	64,2	975,6	949,9	1.027,0	14,1	89,9
02020631	Stufe ad alta efficienza	Legna	889,5	77,8	17,8	84,5	82,3	88,9	2,4	8,2
02020632	Stufe a pellets	Legna	199,8	6,7	53,3	19,3	19,3	20,6	7,3	8,0
TOTALE			22.435,9	3.022,2	1.357,4	4.009,9	3.912,6	4.214,5	169,3	378,7

Tabella 14 - Regione Liguria - Emissioni totali di metalli pesanti per tecnologia (Mg) – Anno 2016

Codice	Attività	Combustibile	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
02020300	Caldaie < 20 MWth	Legna	0,1	5,5	9,8	2,5	0,2	0,8	11,5	0,2	217,4
		Gasolio	0,0	0,0	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,9
		Gas naturale	2,3	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,2	0,0
		G. P. L.	0,1	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
02020620	Caminetti	Legna	0,6	39,0	69,0	18,0	1,7	6,0	81,1	1,5	1.537,0
02020621	Caminetti Avanzati	Legna	0,1	6,7	11,9	3,1	0,3	1,0	13,9	0,3	263,9
02020630	Stufe tradizionali	Legna	0,2	16,7	29,5	7,7	0,7	2,6	34,7	0,6	657,3
02020631	Stufe ad alta efficienza	Legna	0,0	2,9	5,1	1,3	0,1	0,4	6,0	0,1	113,9
02020632	Stufe a pellets	Legna	0,1	8,7	15,3	4,0	0,4	1,3	18,0	0,3	341,0
TOTALE			3,6	79,5	141,1	37,0	6,3	12,2	165,1	3,3	3.131,4

Tabella 15 - Regione Liguria - Emissioni totali di IPA, benzene e black carbon per tecnologia – Anno 2016

Codice	Attività	Combustibile	BAP	BBF	BKF	INP	C6H6	BC
02020300	Caldaie < 20 MWth	Legna	51,4	47,1	17,8	30,1	23.324,2	31.415,4
		Gasolio	0,2	0,1	0,1	0,3	1,3	120,8
		Gas naturale	0,0	0,0	0,0	0,0	18,9	212,6
		G. P. L.	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	115,1
02020620	Caminetti	Legna	363,2	333,2	126,1	213,1	164.935,5	172.317,5
02020621	Caminetti Avanzati	Legna	62,4	57,2	21,7	36,6	21.395,4	30.517,8
02020630	Stufe tradizionali	Legna	155,3	142,5	53,9	91,1	70.528,0	151.990,5
02020631	Stufe ad alta efficienza	Legna	26,9	24,7	9,3	15,8	9.229,4	13.164,5
02020632	Stufe a pellets	Legna	6,7	10,7	3,3	2,7	27.643,7	2.897,3
TOTALE			29,2	0,3	666,1	615,5	232,3	389,8

Tabella 16 - Regione Liguria - Emissioni totali di microinquinanti per tecnologia – Anno 2016

Codice	Attività	Combustibile	HCB	PCB	PCDD/F
02020300	Caldaie < 20 MWth	Legna	2,1	0,0	0,2
		Gasolio	-	-	0,0
		Gas naturale	-	-	0,0
		G. P. L.	-	-	0,0
02020620	Caminetti	Legna	15,0	0,2	2,4
02020621	Caminetti Avanzati	Legna	2,6	0,0	0,1
02020630	Stufe tradizionali	Legna	6,4	0,1	1,0
02020631	Stufe ad alta efficienza	Legna	1,1	0,0	0,1
02020632	Stufe a pellets	Legna	2,0	0,0	0,1
TOTALE			29,2	0,3	3,9

Tabella 17 - Regione Liguria - Emissioni totali di gas climalteranti per tecnologia – Anno 2016

Codice	Attività	Combustibile	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
02020300	Caldaie < 20 MWth	Legna	395,7	47.547,6	3,0
		Gasolio	1,4	153.055,6	0,8
		Gas naturale	19,3	1.084.148,7	19,3
		G. P. L.	1,0	67.256,6	0,1
02020620	Caminetti	Legna	2.797,9	336.229,3	27,0
02020621	Caminetti Avanzati	Legna	480,4	57.736,3	3,6
02020630	Stufe tradizionali	Legna	1.196,4	143.774,8	9,0
02020631	Stufe ad alta efficienza	Legna	207,3	24.905,9	1,6
02020632	Stufe a pellets	Legna	620,8	74.597,4	4,7
TOTALE			5.720,2	1.989.252,1	69,1

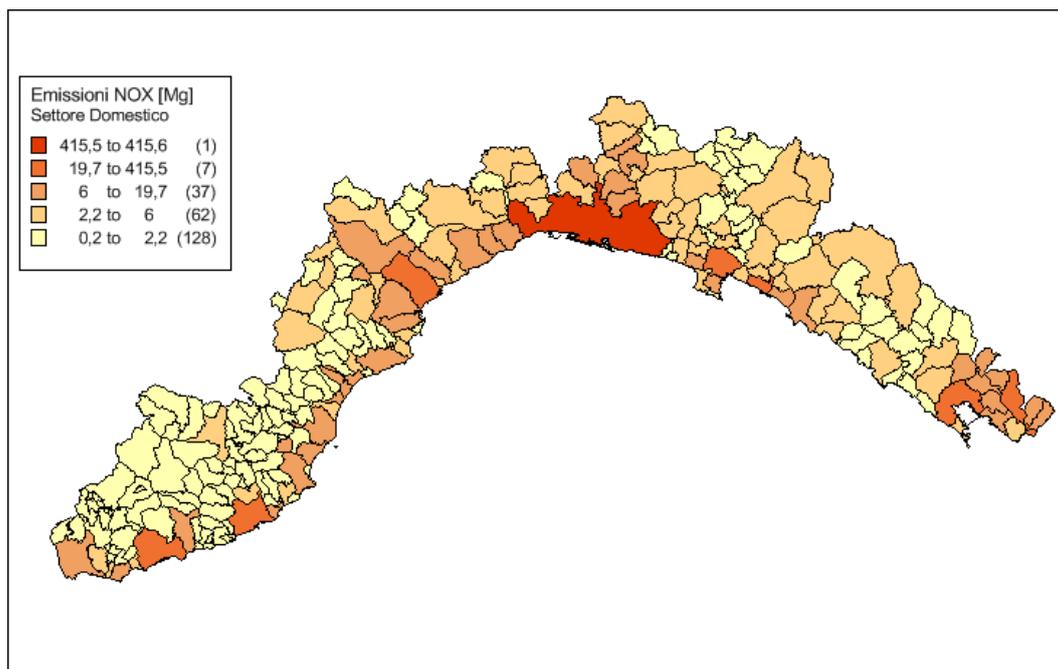


Figura 13 – Regione Liguria - Emissioni totali di ossidi di azoto (Mg) nel settore residenziale – Anno 2016

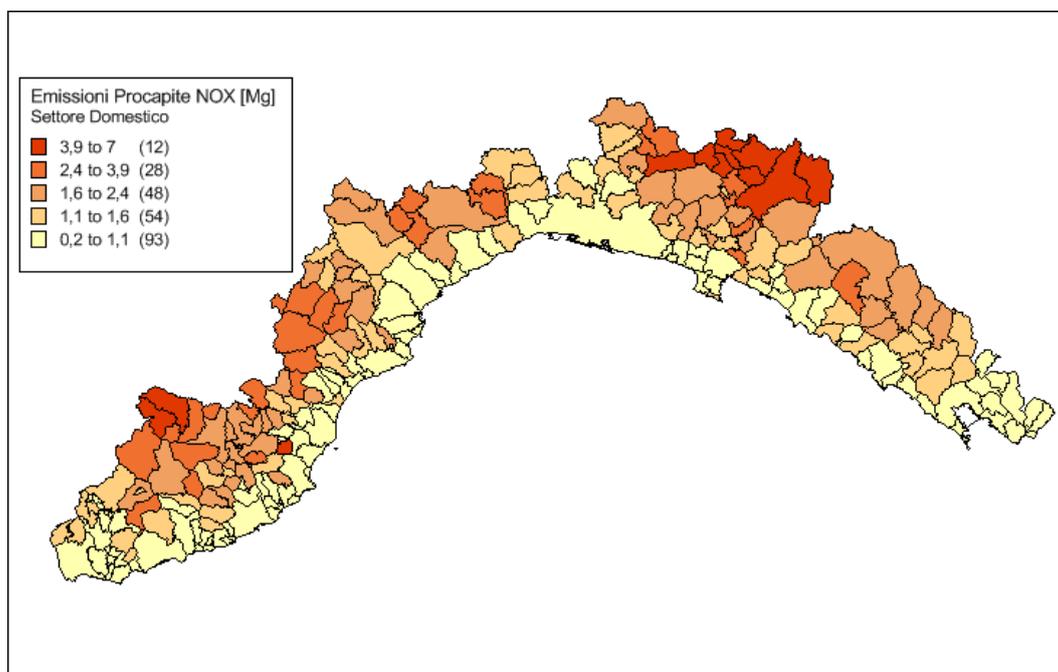


Figura 14 – Regione Liguria - Emissioni procapite di ossidi di azoto (Mg) nel settore residenziale – Anno 2016

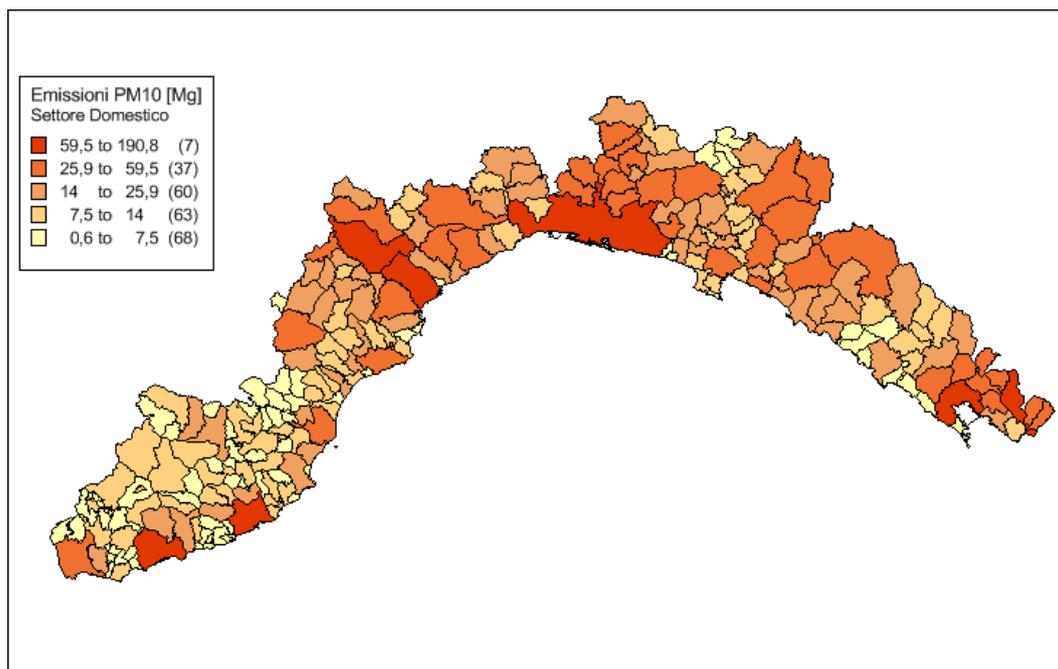


Figura 15 – Regione Liguria - Emissioni totali di PM₁₀ (Mg) nel settore residenziale – Anno 2016

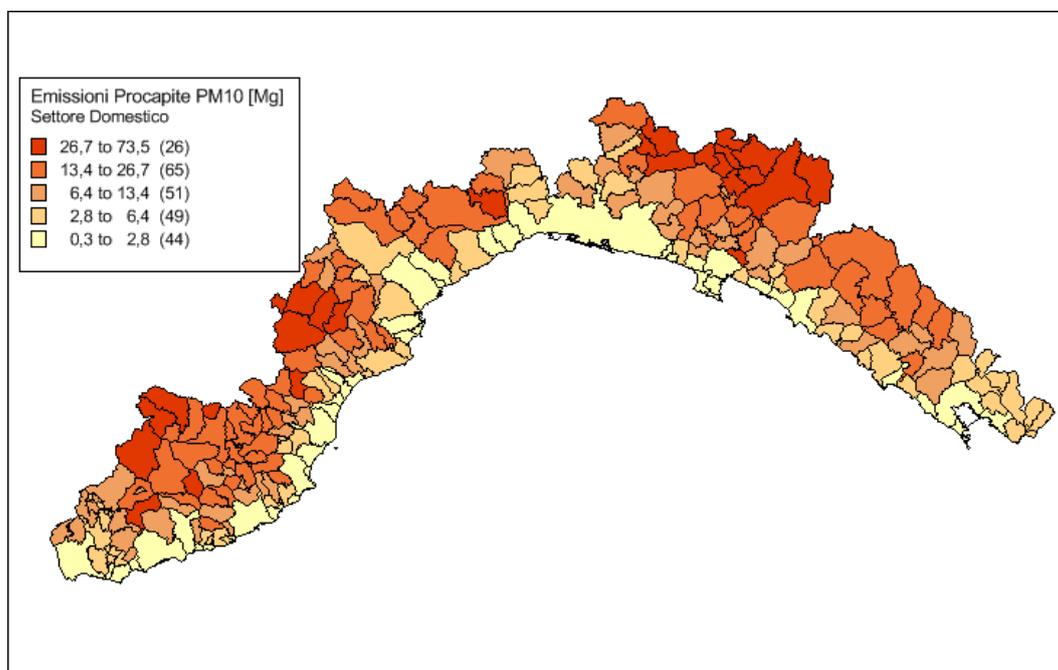


Figura 16 – Regione Liguria - Emissioni procapite di PM₁₀ (Mg) nel settore residenziale – Anno 2016

3.2 Regione Piemonte

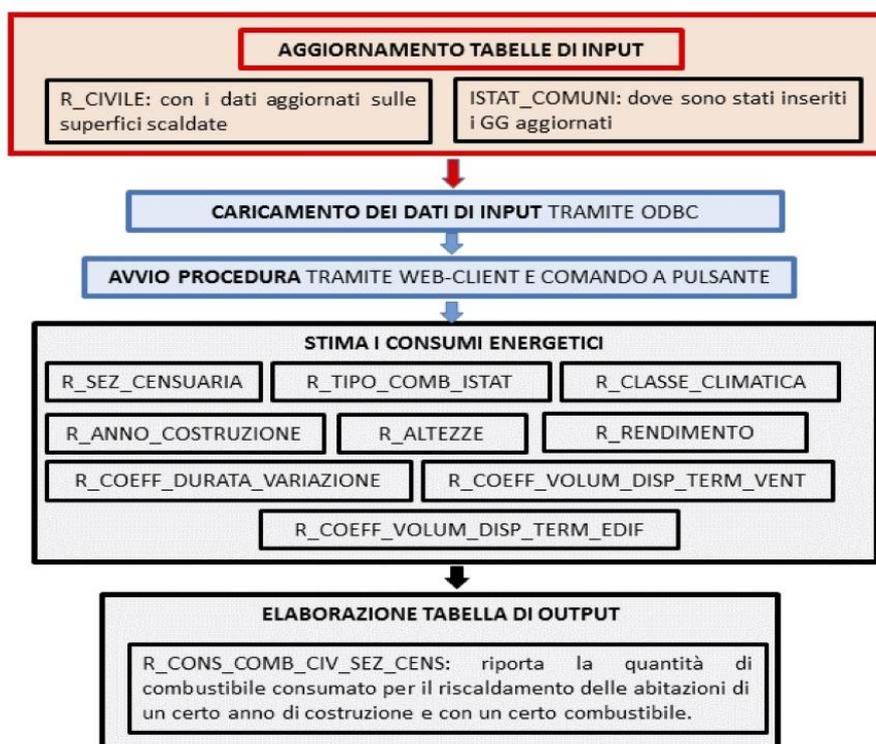
L’Inventario Regionale delle Emissioni (IREA) è realizzato dalla Direzione Ambiente della Regione Piemonte - Settore Risanamento Acustico, Elettromagnetico e Atmosferico Sono disponibili i dati del 2013²⁷.

Le emissioni sono disponibili su base comunale, in Tabella 18 sono riportate le emissioni da combustione della legna in impianti residenziali dei principali inquinanti per provincia.

Tabella 18 – Regione Piemonte: Emissioni 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

La metodologia utilizzata per la valutazione dei consumi²⁸ è descritta sinteticamente in Figura 17. In Tabella 19 sono riportati fattori di emissione utilizzati per la combustione della biomassa²⁹.



²⁷ Sistema Piemonte. IREA Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera

²⁸ INEMAR. Modulo di riscaldamento. Flusso di processo

²⁹ Inemar. Fonti Emissioni. Ricerca FE

Figura 17 – Metodologia di valutazione dei consumi per riscaldamento domestico seguita dalla Regione Piemonte

Tabella 19 – Regione Piemonte: Fattori di emissioni da combustione della legna in impianti residenziali

Provincia	CO (g/GJ)	NM VOC (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

3.3 Regione Valle d'Aosta

La distribuzione delle emissioni di inquinanti principali nella regione Valle d'Aosta nei differenti macrosettori è riportata in Figura 18³⁰, mentre la distribuzione territoriale delle emissioni di PM10 è riportata in Figura 19³¹. I fattori di emissione utilizzati sono riportati in Tabella 20³².

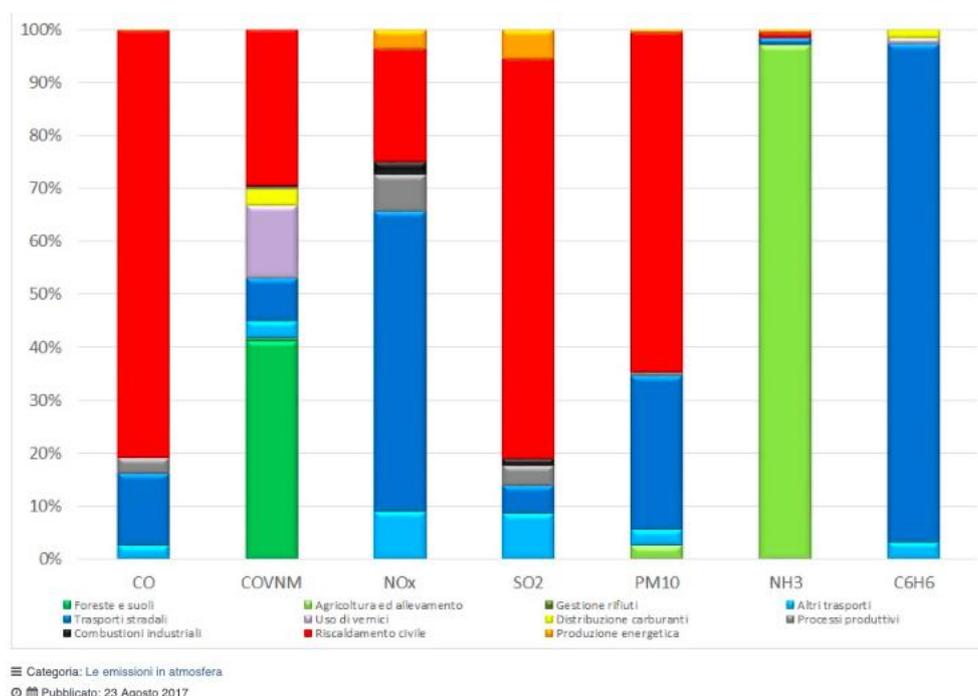


Figura 18 - Inventario regionale delle emissioni della Valle d'Aosta: distribuzione delle emissioni per i differenti macrosettori

³⁰ [ARPA Valle d'Aosta. Le emissioni in atmosfera Gli apporti delle diverse sorgenti emissive](#)

³¹ [ARPA Valle d'Aosta. Le emissioni in atmosfera. Mappe Inventario Emissioni](#)

³² [ARPA Valle d'Aosta. Le emissioni in atmosfera. Metodologia e normativa](#)

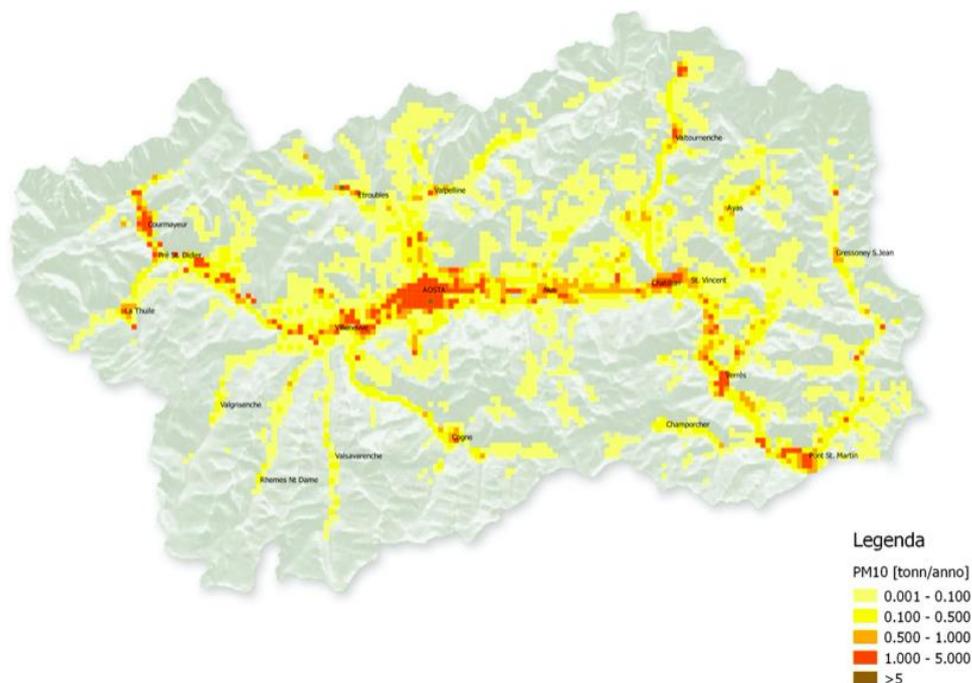


Figura 19 - Inventario regionale delle emissioni della Valle d'Aosta: distribuzione territoriale delle emissioni di PM₁₀

Tabella 20 – Regione Piemonte: Fattori di emissioni utilizzati da ARPA Valle d'Aosta per da combustione della legna in impianti residenziali

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

3.4 Regione Auvergne-Rhône-Alpes

Secondo l'inventario delle emissioni della Regione Auvergne-Rhône-Alpes dal riscaldamento a legna deriva il contributo principale alle emissioni di particelle, benzo (a) pirene e monossido di carbonio³³.

Le soglie normative di qualità dell'aria per le particelle sospese vengono ripetutamente superate nella regione. Il riscaldamento residenziale, in particolare con il legno, è generalmente il principale emettitore di particelle fini in sospensione con un contributo molto maggiore di quello dell'industria, dei trasporti e dell'agricoltura (Figura 20). Il settore dell'edilizia abitativa è quindi una questione prioritaria nel ridurre i consumi e le emissioni legate al riscaldamento.

La Figura 20 mostra come in regione, nel 2015, il riscaldamento a legna nel settore residenziale dà il principale contributo alle emissioni di particelle fini (45% di PM₁₀ e quasi il 60% di PM_{2.5}) e rappresenta quasi i 2/3 delle emissioni di benzo(a)pirene e monossido di carbonio.

³³ [ATMO. Chauffage au bois et qualité de l'air](#)

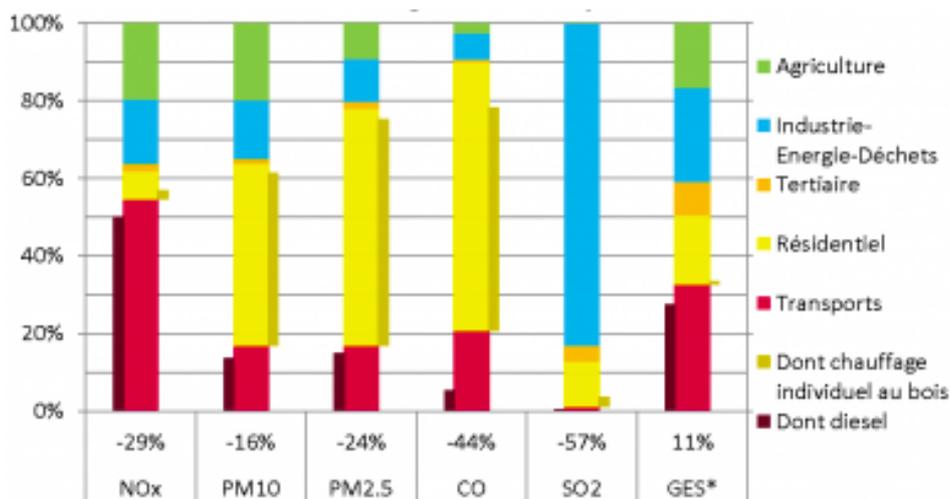


Figura 20 - Inventario delle emissioni della Regione Auvergne-Rhône-Alpes 2015: contributo dei settori alle emissioni

Poiché le attività di riscaldamento si concentrano nel periodo invernale, la quota di queste emissioni aumenta notevolmente in inverno e soprattutto nelle giornate molto fredde (Figura 21). Pertanto, nella Regione Auvergne-Rhône-Alpes, il contributo del riscaldamento a legna alle emissioni di PM₁₀ va da una media del 45% su tutto l'anno ad oltre il 60% nel semestre di riscaldamento e fino a quasi il 75% in un giorno particolarmente freddo, cioè un giorno con una temperatura media di 0°C. Le emissioni del riscaldamento a legna sono state più sostenute nel 2010, 2013 e 2015, anni in cui gli inverni sono stati più rigidi. Le emissioni dovute al riscaldamento a legna sono maggiori nelle aree rurali ad alta quota e nelle aree periurbane o nelle aree con maggiore severità climatica (Haute-Savoie, Ardèche, Cantal, Haute-Loire) perché il mix energetico per il riscaldamento delle abitazioni generalmente comprende più legna e richiede più energia rispetto alle zone di pianura (Figura 22).

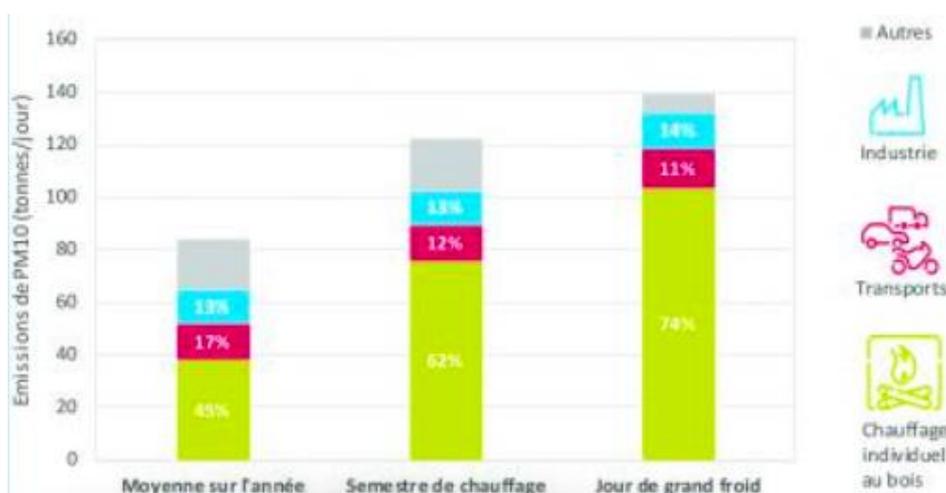


Figura 21 - Inventario delle emissioni della Regione Auvergne-Rhône-Alpes 2015: contributo dei settori alle emissioni di PM₁₀ in differenti periodi dell'anno

Al contrario, le emissioni del riscaldamento a legna, Figura 22, sono più basse nell'ipercentro degli agglomerati (Métropole de Lyon, Valence, Clermont-Ferrand) che hanno meno abitazioni individuali e attrezzature per il riscaldamento a legna, e nel sud-est della regione che beneficia di un clima più mite (dipartimento della Drôme). È stato infine valutato che il 75% delle emissioni di

PM10 è dovuto alle apparecchiature più vecchie, l'11% a quelle più performanti e l'11 a quelle più nuove.

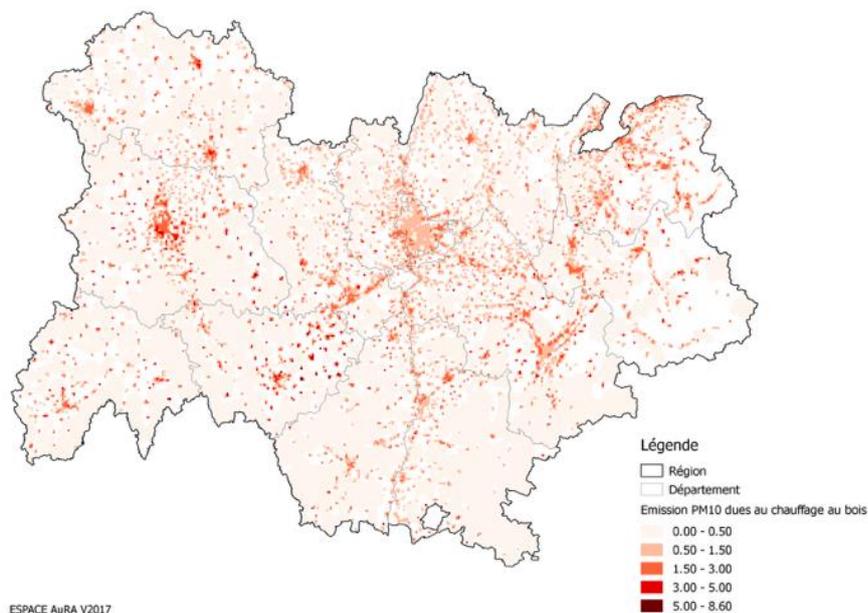


Figura 22 - Inventario delle emissioni della Regione Auvergne-Rhône-Alpes 2015: distribuzione spaziale delle emissioni di PM₁₀ da riscaldamento a legna

I fattori di emissione utilizzati³⁴ sono riportati in Tabella 18. In Tabella 22 è riportata una valutazione dei fattori di emissione a differenti tassi di umidità della legna.

Tabella 21 – Fattori di emissione medi utilizzati in Francia

Inquinante	2015	Intervallo
CO (g/GJ)	3694	1448 – 8183
NO _x (g/GJ)	56	33-69
COVNM (g/GJ)	596	151-2287
PM (g/GJ)	417	94-1355
Benzo(a)pirene (mg/GJ)	51	8-313

Tabella 22 – Incidenza dell'umidità della legna sulle emissioni

Inquinante	Umidità	Umidità
	15%	30%
CO (g/GJ)	6000	5400
NO _x (g/GJ)	64	67
PM (g/GJ)	584	1207
Benzo(a)pirene (mg/GJ)	50	71

³⁴ [Serge COLLET, Détermination de facteurs d'émission de polluants des foyers domestiques alimentés au bois, Rapport final. ADEME](#)

3.5 Regione Provence-Alpes-Côte d'Azur

L'inventario delle emissioni della Regione Provence-Alpes-Côte d'Azur è aggiornato al 2017³⁵. L'inventario³⁶, per il settore residenziale, considera il consumo di energia e le emissioni in atmosfera associate ad esso, dagli individui per il loro riscaldamento ma anche per usi cucina e per l'acqua calda sanitaria. I dati di base utilizzati per elaborare questo settore sono quelli, a livello di IRIS, già descritti al paragrafo 2.2.3.

Viene creato un parco immobiliare sulla base dei suddetti dati sulle abitazioni e:

- i coefficienti unitari del CEREN³⁷ che consentono di stimare, in ciascun comune, il consumo annuale per ciascun utilizzo e ciascun vettore energetico;
- i dati meteorologici di temperatura che vengono utilizzati per stimare un indice di rigore climatico annuale per comune; questo indice consente di ponderare il consumo stimato al fine di tenere conto delle differenze nelle pratiche di riscaldamento tra diverse zone geografiche con climi diversi.

Alla fine del calcolo, viene eseguita una calibrazione sul consumo regionale.

Poiché le emissioni derivanti dalla combustione del legno dipendono dal consumo di legna, ma soprattutto dal tipo di apparecchio a legna, dal tipo di combustibile (ceppi, pellet, trucioli ...) e dalla loro qualità, è stata stimata una distribuzione comunale tra le differenti tipologie di apparecchi a legna.

In Figura 23 è riportato il risultato delle emissioni degli inquinanti principali a livello regionale per vettore energetico ed in Figura 24 è riportata distribuzione spaziale delle emissioni totali di PM₁₀.

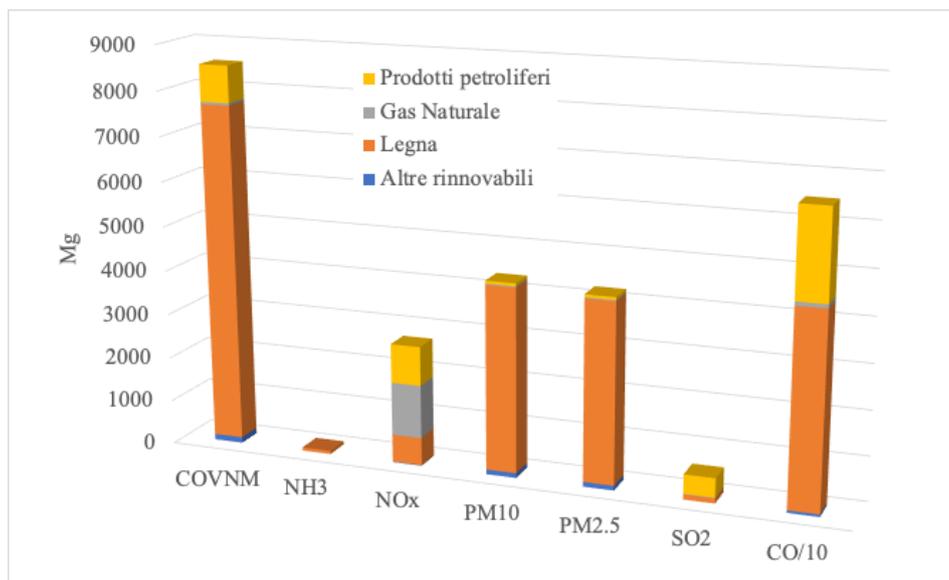


Figura 23 - Inventario delle emissioni della Regione Provence-Alpes-Côte d'Azur 2017: settore residenziale

³⁵ [AtmoSud. CIGALE. Consultation d'Inventaires Géolocalisés. Air CLimat Énergie](#)

³⁶ [AirPACA. Inventaires des émissions atmosphériques en Provence Alpes Côte d'Azur Années 2007 à 2015 Note méthodologique](#)

³⁷ [CEREN. Données énergie 1990-2018 du secteur résidentiel](#)

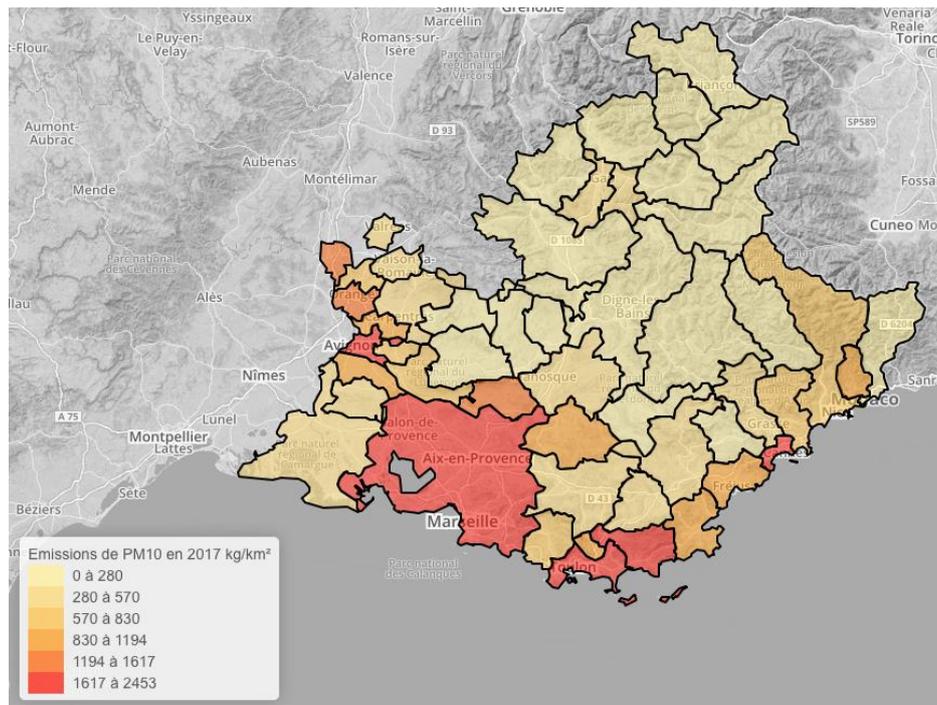


Figura 24 - Inventario delle emissioni della Regione Provence-Alpes-Côte d'Azur 2017: distribuzione spaziale delle emissioni totali di PM₁₀

4 METODOLOGIA DI STIMA DELLE EMISSIONI E DEI CONSUMI

Nel seguito è descritta una metodologia di stima delle emissioni e dei consumi comune per i partner del progetto che tiene conto, delle metodologie utilizzate dai partner e dei documenti ufficiali di riferimento ovvero i guidebook EMEP/EEA per gli inventari emissioni e per il monitoraggio degli obiettivi del Burden Sharing regionale.

4.1 Metodo di base per la stima delle emissioni e fattori di emissione

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 a cui si fa riferimento sono quelli indicati nell'EMEP/EEA Guidebook 2019³⁸:

- principali inquinanti dell'aria:
 - ossidi di zolfo (SO_x);
 - ossidi di azoto (NO_x);
 - composti organici volatili, con l'esclusione del metano, (COVNM);
 - monossido di carbonio (CO);
 - particelle sospese totali (PST)
 - particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron (PM_{10})
 - particelle sospese con diametro inferiore a 2,5 micron ($PM_{2,5}$)
 - ammoniaca (NH_3)
- metalli pesanti:
 - Arsenico (As),
 - Cadmio (Cd),
 - Nichel (Ni),
 - Piombo (Pb),
 - Cromo (Cr),
 - Mercurio (Hg),
 - Rame (Cu),
 - Selenio (Se),
 - Zinco (Zn);
- principali idrocarburi policiclici aromatici (PAHs):
 - benzo[b]fluorantene (BBF)
 - benzo[k]fluorantene (BKF)
 - benzo[a]pirene (BAP)

³⁸ [EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report No 13/2019](#)

- indeno[123cd]pirene (INP)
- altri microinquinanti
 - esaclorobenzene (HCB)
 - policlorobifenili (PCB)
 - diossine e furani (PCCD, PCCF)
 - black carbon (BC)
- gas serra:
 - anidride carbonica (CO₂)
 - metano (CH₄)
 - protossido di azoto (N₂O).

I fattori di emissione consigliati, per cui si fa riferimento al suddetto Guidebook, sono riportati in Tabella 23 e Tabella 24 per tecnologia ed inquinante e Tabella 25 per inquinante (per gli inquinanti per cui la tecnologia non è rilevante).

Tabella 23 – Fattori di emissioni inquinanti principali da combustione della legna in impianti residenziali

Tecnologia	CO (g/GJ)	NM VOC (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
Camini	4000	600	50	840	820	880	74	7
Caldaie < 50 kWth	4000	350	80	480	470	500	74	16
Camini 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

Tabella 24 – Fattori di emissioni IPA e microinquinanti da combustione della legna in impianti residenziali

Tecnologia	BAP (mg/GJ)	BBF (mg/GJ)	BKF (mg/GJ)	IND (mg/GJ)	PCCD/F (I-Teq ng/GJ)	PCB (µg/GJ)	HCB (µg/GJ)
Stufe tradizionali	121	111	42	71	800	0,06	5
Camini	121	111	42	71	800	0,06	5
Caldaie < 50 kWth	121	111	42	71	550	0,06	5
Camini 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

Tabella 25 – Fattori di emissioni metalli, ossidi di zolfo e gas climalteranti da combustione della legna in impianti residenziali

Inquinante	FE (g/GJ)	Inquinante	FE (g/GJ)
As	0,19	SO _x	11
Cd	13		
Cr	23	Gas	FE (g/GJ)
Cu	6	CO ₂	112.000
Hg	0,56	CH ₄	300
Ni	2	N ₂ O	4
Pb	27		
Se	0,5		
Zn	512		

4.2 Metodologia di stima su base regionale

La stima delle emissioni su base regionale è basata sull'utilizzo dei dati statistici discussi al capitolo 2. Come ampiamente discusso nel capitolo 2 i dati statistici sull'utilizzo della legna sono disponibili a livello regionale e differenti indagini sono disponibili per la specializzazione del dato regionale tra le differenti tecnologie di combustione. Ove questi dati non sono disponibili è possibile utilizzare le indagini nazionali per valutare una distribuzione dei consumi tra i differenti apparati su cui sono disponibili i fattori di emissione di cui al capitolo 4.1.

I consumi a livello regionale di legna per la tecnologia di combustione j definita nelle Tabella 23 e Tabella 24 dei fattori di emissione (Stufe tradizionali, Caminetti, Caldaie < 50 kWth, Caminetti e stufe avanzati, Stufe e caldaie a pellets, Stufe ad alta efficienza) sono ottenute 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 .

4.3 Valutazione su base comunale e sub-comunale

La stima a livello comunale è effettuata disaggregando i consumi sul fabbisogno energetico delle abitazioni con impianto di riscaldamento alimentato a legna. Di seguito è riportata nel dettaglio la metodologia utilizzata per la determinazione dei consumi di legna.

I dati a livello comunale sono ottenuti utilizzando il fabbisogno energetico delle abitazioni per comune e per tipologia di riscaldamento come:

$$C_i = C_t \times \frac{F_{ij}}{\sum_i F_{ij}}$$

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

Il fabbisogno è calcolato su base comunale a partire dal numero di abitazioni per comune che utilizzano come combustibile la legna, dalla superficie media delle abitazioni per comune e per tipologia di riscaldamento e dai gradi giorno per comune come:

$$F_{ij} = 24 \times (N_{ij} \times S_i \times 3) \times G_i \times D_i$$

dove con i è indicato il comune, con j la fonte energetica, con C il consumo, con N il numero di abitazioni, con S la superficie media di una abitazione, con G i gradi giorno ed h l'altezza dell'abitazione.

D è il coefficiente massimo di dispersione termica degli edifici:

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

dove C_d è il valore limite del coefficiente di dispersione volumica per trasmissione dell'involucro edilizio, espresso in $W/m^3 \text{ } ^\circ C$ ed n è il numero dei volumi d'aria ricambiati in un'ora (valore medio nelle 24 ore).

Il valore limite del coefficiente di dispersione volumica per trasmissione dell'involucro edilizio, è definito in funzione della fascia climatica³⁹ come in Tabella 26.

Tabella 26 – Valore limite del coefficiente di dispersione volumica per trasmissione dell'involucro edilizio

S/V	ZONA CLIMATICA										
	A		B		C		D		E		F
	Gradi - giorno <600		Gradi - giorno 601 900		Gradi - giorno 901 1400		Gradi - giorno 1401 2100		Gradi - giorno 2101 3000		Gradi - giorno >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

S/V rapporto superficie/volume

V è il volume lordo, espresso in metri cubi, delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano; l'area S è quella della superficie che delimita verso l'esterno, ovvero verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento, il volume riscaldato V ed è espressa in metri quadrati.

Per valori di S/V intermedi fra 0,2 e 0,9 si procede per interpolazione lineare; per valori di S/V minori di 0,2 e maggiori di 0,9 si assumono i valori di C_d corrispondenti rispettivamente a S/V uguale a 0,2 e a S/V uguale a 0,9.

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.

³⁹ Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Decreto 27 luglio 2005. Norma concernente il regolamento d'attuazione della legge 9 gennaio 1991, n. 10 (articolo 4, commi 1 e 2), recante: "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia". ([GU Serie Generale n.178 del 2-8-2005](#))

5 TECNOLOGIE PIÙ INNOVATIVE RELATIVE ALLA COMBUSTIONE DELLE BIOMASSE LEGNOSE NEL RESIDENZIALE A SUPPORTO DELL'ADOZIONE DI MISURE DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI

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 farà riferimento nel seguito essenzialmente al recente lavoro della *Task Force on Techno-economic Issues* della *LRTAP Convention*⁴⁰ sulle buone pratiche per la combustione della legna nei piccoli impianti di combustione (con una potenza termica inferiore a 100 kW). In particolare il lavoro si focalizza sugli apparecchi di riscaldamento diretto degli spazi a legna (caminetti e stufe) e sulle caldaie domestiche a legna.

Il documento descrive, per gli impianti di riscaldamento a legna per uso domestico:

- le migliori pratiche (*best practice*);
- le migliori tecniche disponibili (*BAT - Best available techniques*).

Il documento risponde alla necessità di informare il grande pubblico circa:

- le migliori pratiche disponibili per il riscaldamento del legno per uso domestico al fine di ridurre al minimo le emissioni e aumentare l'efficienza, riducendo le spese come conseguenza della riduzione delle esigenze di stoccaggio e dell'uso del legno, riducendo al contempo l'impatto negativo sull'ambiente e sulla salute umana;
- i migliori dispositivi di riscaldamento attualmente disponibili sul mercato;
- la corretta origine e caratteristica della biomassa legnosa e la necessità di bruciare legno asciutto, pulito e quindi di evitare l'uso di legno composito, trattato e/o contaminato.

I vecchi modelli di stufe e caminetti sono inefficienti e possono rilasciare livelli elevati di emissioni, tuttavia, l'uso improprio di nuovi dispositivi di riscaldamento domestici, ancorché ad alte prestazioni, basse emissioni e alta efficienza, con una combustione non ottimale può ancora causare alti livelli di emissioni e ridurre l'efficienza energetica. Oltre al tipo di dispositivo di combustione, i fattori cruciali per ridurre al minimo le emissioni nel funzionamento reale sono il dimensionamento, l'installazione e l'uso corretti del dispositivo, tra cui un funzionamento ottimale della combustione, un corretto avvio, l'evitare la combustione senza fiamma ma con fumo, la manutenzione e l'uso di legna secca e pulita.

In Appendice è riportata l'informazione contenuta nel documento, essenzialmente una traduzione del testo originario in quanto si è ritenuto il documento pertinente ed autosufficiente, nonché estremamente rilevante, ai fini del presente lavoro. Nel seguito sono riassunte alcune conclusioni.

5.1 Buone pratiche

Alla luce delle considerazioni di cui in Appendice, le buone pratiche raccomandate, in particolare per gli impianti di riscaldamento ad azionamento manuale come le stufe, sono le seguenti:

⁴⁰ [UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Task Force on Techno-economic Issues, Code of good practice for wood-burning and small combustion installations, September 2019](#)

- *Accertarsi che venga raggiunta al più presto una temperatura elevata nella camera di combustione e che questa sia mantenuta.* Ciò consente prestazioni ottimali ed efficienti dell'impianto di riscaldamento e riduce le emissioni di inquinanti nocivi, la produzione di ceneri e l'accumulo di creosoto nel camino e aumenta l'efficienza. Una combustione ottimale ed efficiente comporterà minori costi di carburante per il consumatore;
- *Mantenere la fiamma vivida e "calda".* Le fiamme blu, giallo-rosse o rosso chiaro indicano una buona combustione. Le fiamme rosse o rosso scuro indicano la scarsa combustione;
- *Non mantenere fuoco che genera fumo.* Porte di vetro sporco o fumo sporco dal camino sono segni che il fuoco ha bisogno di più aria, che la temperatura del focolare non è abbastanza calda o che la legna da ardere è troppo bagnata;
- *Controllare il fumo che esce dal camino (controllo visivo).* Con una buona combustione, il fumo all'uscita del camino dovrebbe essere quasi trasparente. Se è denso e di colore giallo o grigio scuro, la combustione non avviene correttamente e sono necessarie regolazioni nel combustibile e/o nel funzionamento dell'impianto di riscaldamento. In condizioni molto fredde, può formarsi un innocuo "fumo bianco", costituito da goccioline d'acqua;
- *Accertarsi che il fumo della combustione del legno sia inodore.* Una buona combustione della legna da ardere nell'impianto di riscaldamento non dovrebbe generare fumo maleodorante; il fumo che ha un odore indica una quantità significativa di sostanze nocive che vengono generate ed emesse a causa della scarsa combustione;
- *Se possibile, misurare la temperatura nel camino.* La temperatura dei gas di scarico nel camino dovrebbe essere compresa tra 150 °C e 200 °C. Se è inferiore, esiste il rischio di formazione di condensa nel camino;
- *Controllare il colore delle ceneri.* In buone condizioni di combustione, le ceneri sono grigie o bianche; una cattiva combustione provoca ceneri scure e pesanti o rende l'uscita del camino nera e sporca; entrambi questi fenomeni sono forti indicatori del possibile accumulo di creosoto nel camino, il che aumenta notevolmente la possibilità di un incendio del camino; questi incendi, che spesso bruciano per qualche tempo prima di essere rilevati, possono provocare gravi danni alla casa e morte delle persone;
- *Rimuovere regolarmente le ceneri dall'impianto di riscaldamento utilizzando un'installazione adeguata dotata di un coperchio e un'apertura che consenta una corretta presa d'aria.*

Ovviamente è necessario far ispezionare e mantenere l'impianto di riscaldamento ed il camino da un tecnico qualificato su base regolare, preferibilmente, almeno una volta all'anno, e più frequentemente se l'impianto è usato come fonte di riscaldamento principale in un clima freddo.

5.2 Migliori tecniche disponibili

La tecnologia per gli impianti di riscaldamento a legna per uso domestico si è evoluta in modo significativo nell'ultimo decennio⁴¹.

Di seguito è riportato un elenco di tecnologie avanzate e innovative per gli impianti di riscaldamento a legna per uso domestico:

⁴¹ [UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Task Force on Techno-economic Issues, Code of good practice for wood-burning and small combustion installations, September 2019](#)

- *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, connessione 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* con 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.

Alcune specifiche tecnologie sono riportate in un precedente studio commissionato dalla DG Ambiente della Commissione Europea⁴².

⁴²[IIASA, Umweltbundesamt Vienna. Measures to address air pollution from small combustion sources, 2018](#)

6 NORMATIVE ESISTENTI NEL TERRITORIO IN ESAME, RELATIVE ALLA LIMITAZIONE E CONTROLLO DELLE EMISSIONI E ALLE PRESTAZIONI DEGLI IMPIANTI PER LA COMBUSTIONE DI BIOMASSA LEGNOSA

L'approfondimento ha riguardato anche le normative esistenti nel territorio in esame, relative alla limitazione e controllo delle emissioni e alle prestazioni degli impianti per la combustione di biomassa legnosa.

La Regione Liguria nel 2018 ha adottato una serie di misure urgenti⁴³ per l'inquinamento atmosferico. Le misure adottate non comprendono misure specifiche per la combustione della legna sul territorio regionale poiché, si è preso atto che per le polveri (PM₁₀ e PM_{2,5}) la situazione è migliorata in modo significativo rispetto al limite medio annuo, che è da tempo rispettato in tutta la Regione, mentre il limite medio giornaliero, i cui valori a partire dal 2013 sono rientrati nei limiti normativi in tutta la Regione, è stato superato in una sola postazione di Genova, nel 2015.

La Regione Piemonte ha approvato in modo coordinato con le altre regioni del bacino padano:

- le seguenti prime misure strutturali, nell'ottobre 2017⁴⁴:
 - il divieto, a partire dal 1 ottobre 2018, nel caso di nuove costruzioni o di ristrutturazioni rilevanti, di ricorrere all'impiego della combustione di biomassa, per assicurare il raggiungimento dei valori di cui all'allegato 3 del decreto legislativo 28/2011, nei comuni presso i quali risulta superato uno o più dei valori limite del PM₁₀ e/o il valore obiettivo del benzo(a)pirene per almeno 3 anni anche non consecutivi, nell'arco degli ultimi cinque; con apposito provvedimento della Direzione regionale Ambiente, tutela e governo del territorio è pubblicato annualmente l'elenco dei comuni nei quali risulta superato uno o più dei valori limite del PM₁₀ o del biossido di azoto NO₂ per almeno 3 anni anche non consecutivi, nell'arco degli ultimi cinque anni;
 - il divieto, a partire dal 1 ottobre 2018 nel caso di bandi che utilizzano fondi strutturali finalizzati all'efficientamento energetico, di incentivazione di interventi di installazione di impianti termici a biomassa legnosa nei comuni presso i quali risulta superato uno o più dei valori limite del PM₁₀ e/o il valore obiettivo del benzo(a)pirene per almeno 3 anni anche non consecutivi, nell'arco degli ultimi cinque;
 - l'obbligo di utilizzare, a partire dal 1 ottobre 2018, nei generatori di calore a pellets di potenza termica nominale inferiore ai 35 kW, pellets che siano realizzati con materiale vegetale prodotto dalla lavorazione esclusivamente meccanica di legno vergine e costituito da cortecce, segatura, trucioli, chips, refili e tondelli di legno vergine, di sughero vergine, granulati e cascami di legno vergine, non contaminati da inquinanti e sia certificato conforme alla classe A1 della norma UNI EN ISO 17225-2 da parte di un Organismo di certificazione accreditato, nonché l'obbligo di conservazione della documentazione pertinente da parte dell'utilizzatore;

⁴³ [Regione Liguria. Misure urgenti per la riduzione della concentrazione degli inquinanti nell'aria ambiente in Regione Liguria](#) (Deliberazione di Giunta Regionale n. 941 del 16 novembre 2018)

⁴⁴ Regione Piemonte. Deliberazione della Giunta Regionale 20 ottobre 2017, n. 42-5805. Prime misure di attuazione dell'Accordo di Programma per l'adozione coordinata e congiunta di misure di risanamento della qualità dell'aria nel Bacino Padano, sottoscritto in data 9 giugno 2017, ai sensi dell'articolo 10, comma 1, lett. d), della legge n. 88/2009. ([BU43 26/10/2017](#))

- le seguenti ulteriori misure, nel settembre 2018⁴⁵, in attuazione dell'Accordo di Programma per l'adozione coordinata e congiunta di misure di risanamento della qualità dell'aria nel Bacino Padano:
 - il 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 nazionale⁴⁶ per le seguenti classi di appartenenza:
 - “tre stelle”, per i generatori che verranno installati dal 1.10.2018;
 - “quattro stelle”, per i generatori che verranno installati dal 1.10.2019;
 - il 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 ambiente⁴⁷, di utilizzo dei generatori di calore alimentati da biomassa legnosa se aventi prestazioni emissive, come individuate dalla menzionata legislazione nazionale, inferiori alle “tre stelle”.

La Regione Val d'Aosta ha elaborato, ad ottobre 2018, apposite linee guida per la gestione e manutenzione di impianti termici civili alimentati a biomassa⁴⁸.

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.

Con riferimento alla regione Auvergne-Rhône-Alpes lo schema regionale biomasse⁴⁹ 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:

- il piano di Grenoble⁵⁰ prevede di:
 - promuovere l'uso di legna da ardere di buona qualità attraverso l'etichettatura;

⁴⁵ Regione Piemonte. Deliberazione della Giunta Regionale 14 settembre 2018, n. 29-7538. Integrazione alle misure di cui alla DGR 42-5805 del 20.10.2017, approvate in attuazione dell'Accordo di Programma per l'adozione coordinata e congiunta di misure di risanamento della qualità dell'aria nel Bacino Padano, relativamente ai generatori di calore alimentati a biomassa legnosa con potenza nominale inferiore a 35 kWh, in riferimento ai disposti di cui al DM 7 novembre 2017, n. 186. ([BU38 20/09/2018](#))

⁴⁶ Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Decreto 7 novembre 2017, n. 186 Regolamento recante la disciplina dei requisiti, delle procedure e delle competenze per il rilascio di una certificazione dei generatori di calore alimentati a biomasse combustibili solide. (17G00200) ([GU Serie Generale n.294 del 18-12-2017](#))

⁴⁷ Regione Piemonte. Deliberazione della Giunta Regionale 29 dicembre 2014, n. 41-855. Aggiornamento della zonizzazione del territorio regionale piemontese relativa alla qualità dell'aria ambiente e individuazione degli strumenti utili alla sua valutazione, in attuazione degli articoli 3, 4 e 5 del d.lgs. 155/2010 (Attuazione della direttiva 2008/50/CE). ([BU 4S1 del 29/01/2015](#))

Aggiornamento della zonizzazione del territorio regionale piemontese relativa alla qualità dell'aria ambiente e individuazione degli strumenti utili alla sua valutazione, in attuazione degli articoli 3, 4 e 5 del d.lgs. 155/2010 (Attuazione della direttiva 2008/50/CE).

⁴⁸ [Regione Valle d'Aosta. Corrette pratiche di gestione e manutenzione di impianti termici civili alimentati a biomasse: Linee guida](#)

⁴⁹ [Schéma régional biomasse de la région Auvergne-Rhône-Alpes 2019-2023 , Rapport environnemental du projet de Schéma Regional Biomasse Auvergne-Rhône-Alpes](#)

⁵⁰ [Plan de Protection de l'Atmosphère de la région grenobloise](#)

- 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.
- il piano della valle de l'Arve⁵¹ 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.

Con riferimento alla regione Provence-Alpes-Côte d'Azurè la valutazione ambientale strategica dello schema regionale biomasse⁵² 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'aria⁵³ 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.

⁵¹ [Plan de protection de l'atmosphère de la vallée de l'Arve 2019-2023](#)

⁵² [Schéma régional Biomasse de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur 2017-2023. Volet 3 : Évaluation environnementale stratégique](#)

⁵³ [Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Les Plans de Protection de l'Atmosphère](#)

7 APPENDICE: CODICE DELLE BUONE PRATICHE PER LA COMBUSTIONE DOMESTICA DELLA LEGNA

Come anticipato nel capitolo 5, 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 può fare riferimento al recente lavoro della *Task Force on Techno-economic Issues* della *LRTAP Convention*⁵⁴ sulle buone pratiche per la combustione della legna nei piccoli impianti di combustione (con una potenza termica inferiore a 100 kW). In particolare il lavoro si focalizza sugli apparecchi di riscaldamento diretto degli spazi a legna (caminetti e stufe) e sulle caldaie domestiche a legna. Il lavoro tiene in debito conto anche i risultati di un precedente studio commissionato dalla DG Ambiente della Commissione Europea⁵⁵.

In questa Appendice è riportata essenzialmente una traduzione del testo originario in quanto si è ritenuto il documento pertinente ed autosufficiente, nonché estremamente rilevante, ai fini del presente lavoro.

7.1 Impatto del tipo di impianto

Esistono differenti tipi di impianti di riscaldamento a legna per uso domestico con differenti efficienza ed emissioni. Di seguito viene riportata una panoramica dei più comuni dispositivi di riscaldamento a legna utilizzati per il riscaldamento domestico. La panoramica vuole rappresentare una indicazione anche sulla efficienza e le emissioni dei differenti sistemi.

I dispositivi singoli di riscaldamento a legna sono generalmente classificati in base alle loro proprietà costruttive (in fabbrica o in cantiere), la tecnologia di combustione utilizzata, la forma della legna da ardere utilizzata (ciocchi, pellet), il tiraggio dell'aria comburente (tiraggio verso l'alto o verso il basso) e il sistema di distribuzione del calore (locale, centrale).

I più vecchi dispositivi di riscaldamento domestici singoli hanno un design molto semplice, mentre i dispositivi moderni e più avanzati sono versioni migliorate di quelli tradizionali. I dispositivi possono essere classificati come segue: caminetti aperti, caminetti parzialmente chiusi, caminetti chiusi, stufe a legna, stufe a pellet, stufe in muratura, caldaie.

7.1.1 Caminetti aperti

I caminetti aperti sono i dispositivi di combustione più semplici e vengono utilizzati principalmente per il riscaldamento supplementare occasionale in abitazioni residenziali dove vengono conservati principalmente per motivi estetici e per uso ricreativo piuttosto che per il riscaldamento degli ambienti. Nelle aree più povere o con scarsità di combustibili, i camini aperti sono talvolta utilizzati come fonte primaria di riscaldamento per ridurre la bolletta energetica. Il camino aperto è costituito da una camera di combustione, che è direttamente collegata a un camino ed ha una grande apertura su una superficie piana di combustione. Il calore generato dal fuoco viene trasferito direttamente nella stanza in cui si trova il camino (per irraggiamento e convezione), senza l'uso di tubi di

⁵⁴ [UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Task Force on Techno-economic Issues, Code of good practice for wood-burning and small combustion installations, September 2019](#)

⁵⁵ [IIASA, Umweltbundesamt Vienna, Measures to address air pollution from small combustion sources, 2018](#)

distribuzione dell'acqua o dell'aria. I caminetti aperti sono in genere parte integrante della struttura della abitazione.

I caminetti aperti sono caratterizzati da un elevato eccesso di aria comburente e da una combustione incompleta della legna da ardere, con conseguente bassa efficienza energetica (dal 10 al 15% circa) ed emissioni significative di PM_{2.5} e di inquinanti associati che sono più elevati rispetto ad altri impianti. I caminetti aperti non sono sicuramente dispositivi all'avanguardia e generalmente utilizzano la tecnologia di combustione a legna meno efficiente e meno pulita.

7.1.2 Caminetti parzialmente chiusi e caminetti chiusi

A differenza dei summenzionati caminetti aperti, che di solito sono costruiti in loco, i caminetti chiusi o parzialmente chiusi, sono dispositivi prefabbricati, che possono essere indipendenti (installati come unità autonome) o inseriti in una nicchia (inseriti in un camino aperto preesistente).

I caminetti parzialmente chiusi sono dotati di feritoie e porte in vetro per ridurre l'aspirazione dell'aria di combustione nell'ambiente interno, ma la distribuzione dell'aria di combustione non è controllata in modo specifico. Le condizioni di combustione rispetto ai caminetti aperti sono quindi solo leggermente migliorate. I caminetti chiusi sono dotati di porte anteriori, chiudono completamente l'apertura verso l'area da riscaldare e dispongono di sistemi di controllo del flusso d'aria. Nei caminetti chiusi, la temperatura nella camera di combustione può raggiungere fino a 400°C o maggiori, e il tempo di ritenzione dei gas di combustione nella zona di combustione è più lungo rispetto ai caminetti aperti. Tutti i caminetti chiusi hanno prese d'aria in entrata; le unità moderne possono anche essere dotate di valvole di controllo automatiche, convertitori catalitici e ventilatori che indirizzano calore aggiuntivo nella zona giorno.

Grazie alla loro meccanica di combustione, i caminetti chiusi sono caratterizzati da efficienze energetiche più elevate (spesso vicine al 55%) e emissioni più basse rispetto ai caminetti aperti. I recenti sviluppi tecnologici hanno migliorato le prestazioni dei caminetti chiusi, rendendoli un'opzione più efficiente e più pulita per la combustione della legna, con efficienze fino all'80% o maggiori e con profili di emissione simili a quelli delle stufe moderne.

7.1.3 Stufe a legna

Le stufe a legna sono disponibili in molte forme, tipologie e dimensioni. Possono essere suddivise in stufe convenzionali, stufe avanzate o moderne (catalitiche, non catalitiche, ibride), stufe intelligenti (semiautomatiche), stufe in muratura (stufe ad accumulo di calore) e stufe installate ad incasso o autoportanti. Le stufe a legna sono prodotte principalmente in acciaio o ghisa, ad eccezione delle stufe in muratura, che di solito sono costruite in loco con mattoni, pietra o materiali ceramici. È possibile utilizzare diversi tipi di legna da ardere, come ciocchi di legno e pellet di legno. Stufe in muratura e stufe a pellet sono discusse separatamente nei paragrafi seguenti.

Le stufe a legna possono essere installate come unità separate o inserite all'interno del focolare di caminetti in muratura. Un inserto può convertire un camino convenzionale in un sistema di riscaldamento più efficace. Le stufe a legna sono dispositivi in cui la legna viene bruciata per fornire calore utile che viene trasmesso ai suoi immediati dintorni (riscaldamento della stanza) per irraggiamento e/o convezione. In alcune zone, a causa della povertà energetica, le stufe a legna autonome possono anche essere utilizzate per cucinare e riscaldare l'acqua per il bagno e la pulizia.

Nelle tradizionali stufe a legna radianti sono utilizzati vari principi di combustione (come la combustione dal basso, dall'alto o combinata). Tutti questi dispositivi vecchio stile hanno in genere

una bassa efficienza, nell'intervallo dal 40 al 50% e alte emissioni di inquinanti, originati principalmente da combustione incompleta (PM, CO, COVNM e IPA). Le stufe a combustione dal basso (la maggior parte delle stufe più vecchie) hanno emissioni più elevate rispetto alle stufe a combustione dall'alto, a causa di una combustione più incompleta. L'autonomia delle stufe convenzionali (la capacità di funzionare senza l'intervento dell'utente) è bassa.

Le moderne stufe a legna che utilizzano tecnologie più avanzate sono caratterizzate da migliori efficienze, minori emissioni e minore consumo di legna rispetto alle stufe tradizionali. Stufe con tecnologie di combustione avanzate, caratterizzate da un migliore controllo dell'aria, migliorato utilizzo dell'aria secondaria nella camera di combustione, prese d'aria multiple e preriscaldamento dell'aria secondaria, hanno efficienze che vanno dal 55 al 75%.

Le stufe dotate di un convertitore catalitico che riducono le emissioni di PM causate da una combustione incompleta sono più costose delle stufe non catalitiche, ma possono mantenere il fuoco più a lungo, tendono ad essere più efficienti (fino al 75-80% o maggiori) e sono più pulite. Le stufe ibride, utilizzando sia la tecnologia non catalitica che catalitica, raggiungono efficienze dell'80% o maggiori.

La nuova generazione di stufe a legna punta sempre più all'automazione, utilizzando sensori e chip per computer per regolare elettronicamente il flusso d'aria, riducendo così l'influenza dell'operatore e la velocità del vento. Queste stufe (semi) automatizzate, le cosiddette stufe smart o intelligenti, possono essere dotate di altre funzioni o caratteristiche, come la possibilità di essere utilizzate come stufe termostatiche, in cui l'utente imposta la temperatura desiderata e così evita il surriscaldamento della stanza, oppure la possibilità di avvisare l'utente quando la ricarica della legna da ardere è ottimale. Esistono stufe intelligenti che possono essere collegate al Wi-Fi, consentendo la trasmissione dei dati di combustione al produttore per il controllo e la regolazione. Le stufe intelligenti sono una classe emergente di stufe che sta guadagnando popolarità.

7.1.4 Stufe a pellet

Le stufe a pellet vengono alimentate utilizzando pellet di legno anziché ciocchi di legno. I pellet sono costituiti principalmente da segatura essiccata, compressa in piccoli cilindri. I pellet sono più omogenei e hanno un contenuto di umidità inferiore rispetto ai ciocchi di legno, e quindi migliorano la qualità della combustione. Inoltre, i pellet vengono alimentati automaticamente nella camera di combustione mediante un dispositivo di caricamento, regolando il carico in base alla richiesta di calore. Le moderne stufe a pellet sono spesso anche dotate di un sistema di controllo attivo per l'alimentazione dell'aria di combustione e dei termostati per mantenere una temperatura costante nella stanza. Le stufe a pellet sono installazioni con prestazioni più elevate rispetto alle stufe tradizionali. Le stufe a pellet più performanti possono raggiungere efficienze dal 70 al 90% o maggiori. Le emissioni delle stufe a pellet sono notevolmente inferiori rispetto alle tradizionali stufe a legna.

7.1.5 Stufe in muratura

Le stufe in muratura sono grandi stufe costruite con muratura, ceramica, mattoni, piastrelle o pietra ollare. Il principio base delle stufe in muratura è che immagazzinano il calore generato dal fuoco nella massa termica in muratura e poi lo rilasciano lentamente per irraggiamento nello spazio abitativo dell'edificio per un periodo di tempo più lungo. La canna fumaria è canalizzata in modo tale da percorrere una lunga distanza attraverso questa massa. A causa della grande capacità termica dei materiali in muratura, tali stufe mantengono un ambiente caldo per molte ore (8-12) o giorni (1-

2) dopo la combustione; ecco perché vengono chiamate stufe ad accumulo o ad immagazzinamento di calore. Le loro camere di combustione possono essere dotate di strisce orizzontali o diaframmi perpendicolari inclinati in acciaio o materiale ignifugo, che migliorano la qualità della combustione e l'efficienza. A causa dell'aumento del tempo di permanenza del combustibile nella zona di combustione, si verifica una riduzione delle emissioni inquinanti rispetto alle stufe convenzionali. L'efficienza di combustione delle stufe in muratura varia dal 60 all'80% e la loro autonomia dalle 8 alle 12 ore. Le stufe in muratura sono installazioni grandi e costose. Le installazioni in muratura costruiti in sito tendono ad essere persino più costose delle installazioni in muratura costruite in fabbrica, poiché muratori esperti devono essere sul posto per diversi giorni ai fini della loro costruzione.

7.1.6 Caldaie

Le caldaie a legna sono installazioni che in genere hanno una capacità maggiore rispetto alle stufe e ai caminetti a legna. Sono dotati di uno o più generatori di calore e forniscono calore a un sistema di riscaldamento centralizzato a base di acqua al fine di aumentare e successivamente mantenere al livello desiderato la temperatura interna di uno o più spazi chiusi. Sono utilizzati per il riscaldamento indiretto di una o più stanze. Con le caldaie a legna, come combustibile possono essere utilizzati ciocchi di legno, pellet o trucioli. Sono disponibili caldaie automatizzate a legna, ma la maggior parte delle caldaie automatizzate a legna utilizza pellet o trucioli. Oltre al caricamento automatico del combustibile, le moderne caldaie automatizzate a pellet o a trucioli hanno anche sensori automatici per controllare la combustione (la fornitura di aria di combustione). I bruciatori possono avere design diversi, con alimentazione dal basso, orizzontale e dall'alto. Queste caldaie automatizzate possono raggiungere efficienze dell'80% o maggiori, con livelli di emissione molto inferiori a quelli delle stufe tradizionali.

7.2 Impatto dell'installazione e gestione

Oltre al tipo di dispositivo di riscaldamento, il suo corretto dimensionamento ed una installazione adeguata alla richiesta di calore, nonché un buon uso e manutenzione del dispositivo di riscaldamento, con sufficiente attenzione all'ispezione e all'applicazione, sono di grande importanza nel mantenere basse le emissioni ed elevate le efficienze nell'utilizzo quotidiano. Soprattutto per i dispositivi alimentati manualmente, l'utente svolge un ruolo importante per quanto riguarda il livello di emissioni ed efficienza attraverso la notevole influenza dell'uso e della manutenzione del dispositivo di riscaldamento.

È importante che qualsiasi dispositivo di riscaldamento acquistato non sia solo efficiente dal punto di vista energetico e rispettoso dell'ambiente, ma anche adeguato alle esigenze di riscaldamento e di energia dell'ambiente di installazione. È anche importante prestare la dovuta attenzione al corretto posizionamento del dispositivo e del camino, tenendo conto dell'ambiente circostante il camino e che il dispositivo sia adeguatamente regolato, mantenuto e utilizzato correttamente (ad esempio, alimentato con la corretta fornitura d'aria, correttamente acceso ed utilizzato in condizioni atmosferiche favorevoli).

La fase di accensione è una delle fasi più critiche dato che la temperatura di combustione in questa fase di avvio è ancora bassa. Il metodo di accensione comunemente usato, l'accensione dal basso (*bottom fire ignition*), con il quale il fuoco viene acceso nella parte inferiore, produce circa il 75% in più di emissioni di PM rispetto al moderno metodo di accensione dall'alto (*top-fire ignition*).

Inoltre, la corretta regolazione della fornitura d'aria da parte dell'utente è fondamentale per garantire la buona qualità del processo di combustione (e, in conseguenza, mantenere basse le emissioni). La combustione senza fiamma del dispositivo di riscaldamento, ad esempio riducendo al minimo la fornitura di aria, produce emissioni 10 volte maggiori di PM rispetto a quando il dispositivo viene utilizzato in condizioni normali. Sfortunatamente, questa pratica è ancora applicata da una considerevole percentuale di utenti.

La cattiva manutenzione del dispositivo di riscaldamento, dei condotti di fornitura d'aria o di scarico dei fumi porta, in generale, a una insufficiente fornitura d'aria, con un impatto negativo sulla qualità del processo di combustione.

Va infine notato che le stufe e le caldaie a legna di ultima generazione si stanno concentrando sempre più sull'automazione, con il controllo automatico, tra l'altro, della fornitura d'aria, della alimentazione legna e dell'accensione. Di conseguenza, l'influenza del comportamento dell'utente e della intensità del vento, che ha un effetto sul tiraggio del camino, diminuisce fortemente e le emissioni si riducono.

7.3 Impatto della qualità della legna da ardere

Una combustione efficiente e con basse emissioni richiede anche l'utilizzo di una buona legna da ardere, della forma giusta e nella giusta quantità. La legna da ardere per il riscaldamento domestico esiste in diversi tipi e formati (ciocchi di legno, pellet di legno, trucioli di legno, bricchette di legno), ognuna con le sue caratteristiche, i suoi profili di emissione, i vantaggi e gli svantaggi. I ciocchi di legno sono più economici di pellet e bricchette. Spesso viene utilizzata legna da ardere in ciocchi di origine non commerciale (ovvero non acquistata ma raccolta autonomamente).

Il tipo di legna da ardere, classificato come legno tenero o duro, a seconda del suo peso, forma, dimensione, densità, spessore, valore calorico, percentuale di corteccia e contenuto di umidità, ha un impatto sulla temperatura di combustione, sul funzionamento, sull'efficienza e sul livello di emissioni del dispositivo di riscaldamento. Ai fini della combustione, quercia, frassino, faggio, acero e alberi da frutto (tranne il ciliegio) sono tutti considerati legna da ardere di alta qualità. Il legno di castagno, betulle e ontani è di discreta qualità e quello di tigli, pioppi e salici è di qualità accettabile.

Il contenuto di umidità del legno ha, in particolare, un impatto significativo sulle emissioni e sull'efficienza della combustione. Il legno deve essere sufficientemente asciugato prima dell'uso, preferibilmente utilizzando ciocchi di legno che hanno un contenuto di umidità dal 10 al 20%. L'uso del legno con un contenuto di umidità del 20% può ridurre le emissioni di PM del 75% rispetto all'uso del legno con un contenuto di umidità del 30%. L'uso coerente di legno secco e di buona qualità contribuisce all'ulteriore riduzione delle emissioni domestiche di riscaldamento del legno. I pellet di legno possono essere considerati un combustibile stabile e standardizzato con un basso contenuto di umidità di circa il 10%. I ciocchi di legno sono meno omogenei per dimensioni, contenuto di umidità e percentuale di corteccia rispetto ai pellet di legno e richiedono maggiore attenzione nel loro utilizzo come legna da ardere. *L'uso del legno composito e trattato deve essere sempre evitato.*

La combustione del legno tenero provoca normalmente emissioni più elevate rispetto alla combustione del legno duro. Il legno tenero si infiamma facilmente, il che è utile per accendere un fuoco, brucia più velocemente e sviluppa una lunga fiamma. Viene utilizzato nei dispositivi di riscaldamento in cui è richiesta una fiamma lunga e rotonda. Pioppo, ontano, castagno e salice sono

esempi di legno tenero. Anche i ciocchi di legno più piccoli tendono a bruciare più velocemente, con possibili emissioni più elevate. Le dimensioni ottimali dei ciocchi di legno devono essere indicate nel manuale del dispositivo di riscaldamento.

Il legno duro è più compatto ed è caratterizzato da una combustione più lenta e da fiamme corte. Il legno duro brucia più lentamente e in modo più uniforme, generando meno emissioni di inquinanti. Poiché il legno duro ha bisogno di più aria di combustione rispetto al legno tenero, è più adatto per il riscaldamento domestico. Olmo, quercia, agrifoglio, faggio, frassino e robinia sono esempi di legno duro. Altri elementi da considerare quando si sceglie la legna da ardere adattata al sistema di riscaldamento utilizzato sono la sua origine, il carattere sostenibile, le esigenze di conservazione (maggiori per i ciocchi di legno rispetto a bricchette di legno e pellet) e l'esistenza di un sistema di certificazione.

7.4 Buone pratiche

Il documento della Task force fornisce raccomandazioni e buone pratiche per supportare gli utenti finali nella scelta di un dispositivo di riscaldamento e per incoraggiarne un uso corretto. Le buone pratiche possono essere incentrate su quattro pilastri fondamentali: bruciare la legna giusta, nel modo giusto, nel dispositivo di riscaldamento giusto e mantenere e pulire il dispositivo di riscaldamento o il camino su base regolare.

Campagne di sensibilizzazione per promuovere l'uso di dispositivi di riscaldamento più sicuri, più efficienti dal punto di vista energetico e meno inquinanti e l'applicazione delle migliori tecniche di combustione possono, in generale, essere un buon strumento per ridurre le emissioni e gli impatti negativi del riscaldamento domestico del legno. Le sottosezioni seguenti forniscono informazioni sulle buone pratiche che potrebbero essere raccomandate nell'ambito di tali campagne di comunicazione. Tuttavia, non tutte le raccomandazioni elencate possono essere applicate a tutti i tipi di impianti di riscaldamento (caminetti, stufe, caldaie). È ancora necessaria qualche ulteriore differenziazione.

7.4.1 Selezione dell'impianto di riscaldamento

Al fine di ridurre l'impatto ambientale e migliorare l'efficienza energetica, occorre prestare particolare attenzione al tipo, alle dimensioni e ai requisiti di installazione del dispositivo di riscaldamento. Quando si sceglie un nuovo sistema di riscaldamento per una casa, devono essere considerati sistemi di riscaldamento alternativi diversi dalle caldaie e dalle stufe a legna e con minori emissioni e rendimenti più elevati; questo include pompe di calore, fotovoltaico, caldaie solari e collegamento a una rete di teleriscaldamento locale. Se si sceglie un impianto di riscaldamento a legna, si raccomandano le seguenti buone pratiche:

- *Scegliere un impianto di riscaldamento che utilizza le migliori tecniche disponibili per ridurre le emissioni e aumentare l'efficienza.* Le emissioni degli impianti di riscaldamento automatizzati, con controllo automatico dell'alimentazione dell'aria, dell'alimentazione e dell'accensione e, di conseguenza, con una ridotta influenza delle scelte dell'utente e della velocità del vento, sono considerevolmente inferiori rispetto a quelle dei dispositivi di riscaldamento ad azionamento manuale;
- *Scegliere un impianto di riscaldamento che corrisponda alle dimensioni dello spazio da riscaldare e che sia adeguato alla sua funzione (fonte di riscaldamento primaria o*

aggiuntiva). La richiesta di calore dovrebbe essere calcolata in base al volume della stanza (o delle stanze) da riscaldare, tenendo in debito conto la dispersione del calore, il grado di isolamento dell'edificio e la temperatura esterna; un impianto di riscaldamento troppo grande per la stanza surriscalda rapidamente lo spazio e dovrà essere utilizzato con fuochi deboli e fumanti per la maggior parte del tempo per evitare il surriscaldamento della stanza, con conseguenti emissioni elevate e bassa efficienza; un impianto di riscaldamento sottodimensionato può essere danneggiato da un frequente surriscaldamento per tenere il passo con la domanda di calore; gli impianti di riscaldamento delle dimensioni corrette utilizzeranno meno legna;

- *Scegliere un impianto di riscaldamento certificato o uno con un'etichetta ad alta efficienza energetica o un marchio di qualità ecologica, se possibile.* La certificazione o l'etichettatura garantiscono l'adeguata qualità dell'impianto di riscaldamento e il rispetto delle norme di sicurezza e/o dei requisiti minimi di efficienza ed emissione;
- *Scegliere un impianto di riscaldamento in base alla capacità di stoccaggio disponibile di legna da ardere interna o esterna (ciocchi, pellet, trucioli);*
- *Evitare di installare un camino aperto.* Il riscaldamento con camino aperto è inefficiente e comporta emissioni significative; la scarsa qualità dell'aria interna può provocare un incendio se il materiale combusto fuoriesce;
- *Richiedere un manuale utente al momento dell'acquisto di un impianto di riscaldamento.* Il manuale dell'utente deve essere di facile lettura e utilizzo e deve contenere tutte le informazioni necessarie specifiche per l'impianto di riscaldamento acquistato, in particolare per quanto riguarda il suo corretto utilizzo;
- *Prevedere che l'aria di combustione per l'impianto di riscaldamento sia estratta dall'esterno della casa, attraverso tubazioni adeguate.* Ciò garantisce un funzionamento più sicuro e riduce la perdita di calore. I requisiti relativi all'isolamento, alla tenuta d'aria e alla ventilazione di edifici ad alta efficienza energetica dovrebbero essere presi in considerazione per la gestione della presa d'aria per l'impianto di riscaldamento;
- *Utilizzare tecnici autorizzati / qualificati per l'installazione del dispositivo di riscaldamento;*
- *Accertarsi che i condotti dei fumi e il camino siano ben posizionati.* Il camino deve estendersi al di sopra della linea del tetto e degli edifici adiacenti. Il diametro dei condotti dei fumi deve essere adattato all'impianto di riscaldamento per evitare un cattivo tiraggio del camino ed il rischio di incendio del camino; far installare i condotti dei gas di scarico e il camino da un tecnico specializzato; dovrebbero essere evitati angoli nei condotti dei gas di scarico e tratte orizzontali;
- *Utilizzare tecnologie all'avanguardia per garantire buone condizioni di scarico per i gas.*

7.4.2 Selezione di legna da ardere

La scelta della legna da ardere da utilizzare come combustibile è essenziale per il corretto funzionamento dell'impianto di riscaldamento e per ridurre l'impatto sulla qualità dell'aria e sull'ambiente. Nel seguito sono riportate le buone pratiche raccomandate.

Per l'uso di ciocchi di legno tradizionali:

- *Bruciare legna secca e stagionata.* Il legno brucia meglio con un contenuto di umidità dal 15 al 20%; il legno secco si accende e brucia facilmente, con conseguente riduzione delle emissioni rispetto a quando viene bruciato il legno umido; con l'aumento del contenuto di umidità del legno, l'accensione diventa più difficile, la temperatura di combustione e l'efficienza energetica diminuiscono e le emissioni aumentano a causa di una combustione più incompleta; il legno troppo secco può anche aumentare le emissioni di fuliggine; un modo economico e semplice per controllare il contenuto di umidità del legno e assicurarsi che sia pronto per la combustione è quello di utilizzare un misuratore di umidità del legno; misurare il contenuto di umidità all'interno del tronco di legno dopo che il tronco di legno è stato diviso, testando il nuovo lato diviso; i legni secchi hanno la migliore efficienza di combustione e producono meno fumo ed emissioni.
- *Non bruciare legna non stagionata, bagnata o verde, poiché genera più fumo della legna secca.* Il legno correttamente stagionato è generalmente più scuro, presenta alcune fessure nei ciocchi, risulta più leggero del legno umido e genera un suono sordo quando viene urtato contro altri ciocchi.
- *Acquista legna stagionata in estate (giugno e luglio) e lasciala continuare ad asciugare al sole, al riparo dalla pioggia.* Il legno non commerciale, raccolto dagli utenti finali, deve essere suddiviso in ciocchi, impilato e coperto e lasciato asciugare per almeno uno o due anni o stagioni di essiccazione prima di essere utilizzato, a seconda del tipo di legno e della ventilazione della catasta di legna; i legni duri richiedono più tempo per un'asciugatura sufficiente rispetto ai legni teneri.
- *Impila la legna spaccata all'esterno della casa, in un luogo riparato, sollevato da terra e in modo ordinato, con un buon flusso d'aria sotto e tra i ciocchi.* La parte superiore della pila dovrebbe essere coperta per proteggere il legno da pioggia e neve e per consentire al processo di stagionatura di continuare. I lati della pila non dovrebbero essere coperti, poiché ciò ostacolerebbe il flusso d'aria.
- *Per quanto possibile, tenere il legno pronto per l'uso quotidiano in un luogo caldo.* Il legno brucia meglio quando non è freddo.
- *Utilizzare solo legno pulito e non trattato, con una quota minima di corteccia e foglie.* Sabbia e/o fango sul legno lo rendono meno efficiente per la combustione; evitare, scoraggiare o vietare l'uso di legno composito e trattato (verniciato, rivestito, trattato con prodotti per la protezione del legno, compensato), materiali sintetici (carta plastificata, materiali di imballaggio in plastica) e tutte le forme di rifiuti (dalla demolizione o ristrutturazione di edifici, dagli imballaggi, dai mobili, dai rifiuti domestici), anche per accendere il fuoco; la combustione di tali materiali provoca un aumento delle emissioni di sostanze nocive e tossiche come metalli pesanti, COV e inquinanti organici persistenti e può anche danneggiare l'impianto di riscaldamento e il camino; va sottolineato che, come regola generale, i rifiuti e i rifiuti di legno non devono mai essere bruciati in un impianto di riscaldamento domestico.
- *Posizionare la giusta quantità di legno nell'impianto di riscaldamento e utilizzare la giusta qualità e dimensione del legno, come indicato nelle istruzioni del produttore.* Per evitare di danneggiare i materiali di rivestimento interno dell'impianto a causa di temperature eccessivamente elevate, non sovraccaricare l'impianto di riscaldamento; la dimensione ottimale del legno deve essere indicata nel manuale dell'utente.

- *Utilizzare ciocchi di dimensioni simili, preferibilmente spaccati piuttosto che rotondi.* Il legno spaccato stagiona più velocemente che quello intero.
- *Utilizzare ciocchi di legno spaccati di dimensioni adeguate che si adattano al focolare dell'impianto di riscaldamento.* Segui le istruzioni del produttore; in generale, evitare di utilizzare ciocchi più lunghi di 40 cm e più larghi di 15 cm; ciocchi più piccoli consentono una migliore conservazione e asciugatura prima dell'uso e una migliore combustione; lo spazio aperto tra la parete della camera di combustione e i ciocchi di legno contribuirà a migliorare la combustione.
- *Utilizzare legna da ardere tagliata localmente per ridurre al minimo il consumo di carburante per il trasporto e ridurre il rischio di introdurre insetti potenzialmente dannosi in nuove aree.* Preferibilmente acquistare legno con certificazione/etichetta, se disponibile; ciò ridurrà al minimo i potenziali impatti negativi sull'ambiente, sul clima e sulla biodiversità.

Per l'uso di pellet di legno:

- *Per stufe e caldaie a pellet, scegliere pellet di alta e stabile qualità (nessuna impurità, nessuna corteccia, basso contenuto di ceneri, alto valore calorico, contenuto di umidità intorno al 10%) che soddisfino le raccomandazioni del produttore.* Ciò ridurrà le emissioni durante la combustione. Preferibilmente acquistare pellet certificati (ad esempio DINplus, ENplus) e/o etichettati (ad esempio, Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC) o Forest Stewardship Council (FSC)). I pellet di legno certificati devono essere conformi a rigidi standard tecnici. Etichette come PEFC e FSC garantiscono che il legno utilizzato per produrre i pellet provenga da foreste gestite in modo sostenibile; controllare che non sia presente troppa polvere di legno nei sacchetti di pellet; i pellet di alta qualità sono ben pressati e non triturati; i pellet sono densi, hanno meno esigenze di stoccaggio e sono più adatti per l'uso in impianti di riscaldamento automatizzati.

Per l'uso di ciocchi di legno artificiale (ciocchi di segatura), bricchette di legno, trucioli di legno:

- *Consultare il manuale del produttore prima di utilizzare ciocchi di segatura, bricchette di legno o forme di legna da ardere diverse dai ciocchi di legno tradizionali o pellet.* Utilizzare solo il prodotto raccomandato dal produttore; non utilizzare ciocchi o bricchette artificiali in un impianto di riscaldamento progettato per l'uso di ciocchi tradizionali; il maggiore contenuto energetico di ciocchi di segatura o bricchette di legno può surriscaldare gli impianti di riscaldamento progettati per ciocchi tradizionali; conservare al chiuso ciocchi di segatura, bricchette e trucioli di legno.

7.4.3 Caricamento del legname

Una buona combustione richiede un corretto caricamento della camera di combustione. Per il caricamento manuale con ciocchi di legno sono consigliate le seguenti pratiche:

- Caricare i ciocchi di legno orizzontalmente con il lato lungo perpendicolare alla porta della camera di combustione quando la camera di combustione è stretta;
- Caricare i ciocchi di legno orizzontalmente con il lato lungo parallelo alla porta della camera di combustione quando la camera di combustione è ampia, ma poco profonda;

- Caricare i ciocchi di legno in verticale quando la camera di combustione è stretta, ma alta;
- Nelle stufe in muratura (stufe ad accumulo di calore), caricare i ciocchi di legno in orizzontale e "testata frontale";
- Nelle camere di combustione quadrate, caricare i ciocchi di legno in modo incrociato, con circa 4-8 cm di spazio libero tra i ciocchi, consentendo un buon flusso d'aria;
- Consultare il manuale del produttore per qualsiasi istruzione di caricamento specifica per l'impianto di riscaldamento;
- Mantenere il fuoco acceso, soprattutto quando l'impianto di riscaldamento (stufa) funge da fonte di riscaldamento principale o unica. Aggiungi i log prima che scompaiano le fiamme. La maggior parte delle emissioni si verificano durante la fase di avvio e una stufa calda brucia in modo più efficiente con emissioni più basse.

7.4.4 Accensione del fuoco

La fase di accensione è una fase critica del ciclo di combustione, per garantire una buona combustione ed efficienza dell'impianto di riscaldamento e mantenere basse le emissioni. Si raccomandano le pratiche indicate di seguito per l'accensione manuale del fuoco per gli apparecchi per il riscaldamento d'ambiente locale come stufe e caminetti.

Prima di accendere il fuoco:

- *Controllare i condotti di conduzione dell'aria e dei fumi.* Assicurarsi che aria sufficiente sia immessa in casa; se necessario, spegnere la ventilazione della cucina; idealmente, l'impianto di riscaldamento dovrebbe essere collegato all'alimentazione dell'aria esterna. Più grande è l'impianto, maggiore è l'aria di combustione necessaria. Controllare se vi è sufficiente tiraggio verso l'alto (flusso d'aria) nel canale dei fumi, ad esempio, mettendovi la mano e accendendo un fiammifero o un po' di carta, se fisicamente possibile.

Durante l'accensione:

- *Non riempire mai completamente la camera di combustione quando si accende il fuoco.* Riempire al massimo metà della camera di combustione.
- *Posiziona il materiale più infiammabile in cima a ciocchi di legno secco accuratamente impilati e accendi il fuoco dall'alto, in corrispondenza o appena sotto la parete superiore.* Durante la fase di accensione vengono emesse meno emissioni quando si utilizza questo cosiddetto metodo *top-down fire* (metodo svizzero), in quanto si riduce la combustione incompleta; i ciocchi di legno più grossi sono posizionati sul fondo; per alcuni impianti di riscaldamento, la pratica consigliata per accendere il fuoco è il metodo del fuoco di fondo, con il fuoco acceso dal basso; controlla il manuale del produttore per le istruzioni.
- *Usa l'accensione a secco (bastoncini asciutti) o accendifuoco naturali come materiale infiammabile per accendere il fuoco in alto.* Evita di usare il giornale per accendere il fuoco; il giornale è stampato e l'inchiostro brucia con esso; non utilizzare benzina, cherosene o carbone come accenditori.
- *Aprire completamente l'alimentazione dell'aria dell'impianto di riscaldamento quando si accende il fuoco.* Ridurre un po' la fornitura d'aria non appena il fuoco brucia bene ed è stato stabilito un buon fuoco caldo; assicurarsi che le fiamme non si riducano; se l'impianto

di riscaldamento aspira troppa aria (ossigeno), la legna brucia troppo intensamente e non avrà il tempo sufficiente per bruciare completamente e il camino aspirerà scintille; se la fornitura di aria è troppo bassa, aumentano le emissioni di fuliggine e altre sostanze nocive, come il monossido di carbonio.

- *Metti nuova legna sul fuoco in tempo, quando la temperatura di combustione è ancora alta e prima che le fiamme inizino a scomparire.*
- *Aggiungi piccole quantità o ciocchi di legno regolarmente per evitare sovraccarichi e chiudi la porta il più rapidamente possibile. Ciò garantisce una combustione ottimale con minori emissioni di sostanze nocive.*
- *Carica ciocchi di legno più grandi solo dopo che si è sviluppato un fuoco vigoroso o si è formato un letto di braci adatto.*
- *Controlla la quantità di calore che viene rilasciato controllando il caricamento della legna da ardere, piuttosto che tentando di controllare la fornitura d'aria.*
- *Quando non si sta caricando legna, per motivi di sicurezza, tenere lo sportello anteriore dell'impianto di riscaldamento chiuso e bloccato, se non diversamente raccomandato dal produttore.*

7.4.5 Combustione

Una cattiva combustione comporta una riduzione dell'efficienza energetica e maggiori emissioni di inquinanti atmosferici, in particolare del particolato fine, e crea accumulo di creosoto sulle superfici interne della canna fumaria, riducendo il tiraggio del camino e creando un pericolo di incendio del camino stesso. Esistono tre fasi della combustione del legno, principalmente in riferimento alla temperatura del processo: essiccazione, pirolisi, gassificazione e combustione.

Di seguito una loro descrizione:

- **Essiccazione**
Quando il legno viene riscaldato, l'acqua inizia ad evaporare dalla sua superficie. L'evaporazione in genere inizia al di sotto di 100 °C. Fino a una temperatura di 150-200 °C il legno perde l'acqua che contiene. Durante l'evaporazione, la temperatura nella camera di combustione diminuisce temporaneamente, rallentando il processo di combustione e diminuendo l'efficienza termica dell'impianto di riscaldamento. Questa è la ragione principale per non usare legno non stagionato. Più umido è il legno, maggiore sarà l'energia necessaria per asciugarlo e minore sarà l'efficienza della combustione. L'alto contenuto di umidità nel legno comporta una combustione incompleta, una riduzione dell'efficienza termica e un aumento delle emissioni di inquinanti atmosferici.
- **Pirolisi**
A una temperatura di circa 200 °C, il legno inizia a decomporsi in sostanze volatili e carbonio solido. La frazione volatile del legno, oltre il 75% dell'intera massa del legno, evapora. A circa 400 °C, la maggior parte dei componenti volatili è evaporata.
- **Gassificazione e combustione**
Questa fase, che inizia tra 500 °C e 600 °C e continua fino a circa 1.000 °C, consiste nella completa ossidazione dei gas. La combustione si completa quando tutti i componenti del legno hanno completato la loro reazione chimica con l'ossigeno. Tuttavia, la combustione

completa del legno al 100% è un concetto puramente teorico a causa di condizioni limitanti, come il giusto grado di miscela tra aria e carburante, che è abbastanza difficile da ottenere in breve tempo. Quando le condizioni per una combustione completa non sono ideali, aumentano le emissioni di sostanze nocive.

In realtà, durante la combustione, le tre fasi sopra menzionate si sovrappongono in modo complesso, piuttosto che avvenire in momenti distinti nel tempo.

I motivi principali della combustione incompleta sono:

- miscelazione errata o inadeguata dell'aria di combustione e dei gas combustibili generati dalla legna da ardere nella camera di combustione, causata, ad esempio, dalla progettazione della camera di combustione o dal caricamento improprio dei ciocchi;
- mancanza di aria comburente (ossigeno) nella camera di combustione, causata, ad esempio, da una insufficiente fornitura d'aria;
- temperatura di combustione troppo bassa, ad esempio, a causa dell'uso di legna da ardere non stagionata o del flusso d'aria in eccesso attraverso la camera di combustione;
- tempo di permanenza nella camera di combustione troppo breve;
- sovraccarico di legna nella camera di combustione.

La combustione incompleta è manifestata dall'ossidazione incompleta dei gas e da un aumento delle frazioni organiche incombusti. Di conseguenza, le emissioni di CO, PM e COV possono aumentare.

Negli ultimi decenni, l'innovazione tecnologica ha gradualmente aumentato l'efficienza degli impianti di riscaldamento a legna (stufe), con sostanziali riduzioni di CO e altre emissioni. Tuttavia, per il legno, il raggiungimento di condizioni di combustione ottimali per una combustione completa rimane difficile, soprattutto se confrontato con la combustione di gas naturale, per il quale è molto più facile ottenere una buona miscela di aria comburente e gas combustibile e anche di turbolenza. Questo è il motivo per cui le emissioni di CO e COV della combustione del legno sono significativamente più elevate di quelle della combustione del gas naturale, anche con gli impianti di riscaldamento a legna più efficienti. D'altra parte, l'uso di gas naturale nelle stufe produce emissioni di gas serra (CO₂ ed emissioni fuggitive di metano), che hanno un impatto sul clima e sulla qualità dell'aria attraverso la formazione di ozono troposferico. Una maggiore automazione può ridurre significativamente le emissioni derivanti dalla combustione del legno, incluso il black carbon, che è anche un forzante del clima.

7.4.6 Spegnimento del fuoco

Le buone pratiche raccomandate, in particolare per gli impianti di riscaldamento manuali come le stufe, sono le seguenti:

- Raccogliere la biomassa bruciata per una migliore combustione;
- Attendere fino a quando la brace è bruciata, prima di interrompere completamente l'alimentazione dell'aria.

7.4.7 Manutenzione e ispezione

Come tutti gli impianti tecnologici, anche un impianto di riscaldamento a legna richiede una manutenzione e un'ispezione regolari. Una corretta manutenzione e ispezione contribuiranno ad una combustione più pulita (meno emissioni di inquinanti, meno ceneri), più efficiente, più economica e più sicura.

Le buone pratiche raccomandate sono le seguenti:

- Rimuovere le ceneri su base regolare o, se necessario, ogni giorno, settimana o tre settimane, a seconda delle prestazioni della combustione; troppa cenere nel focolare può avere un impatto negativo sulle prestazioni dell'impianto di riscaldamento (ad esempio, può ostruire le prese d'aria); lasciare un po' di cenere (2 cm) nel focolaio mantiene calde le braci e facilita il riavvio del fuoco, con minori emissioni rispetto a un processo di accensione completamente nuovo;
- Pulire regolarmente il focolare e l'area intorno al focolare;
- Far ispezionare e mantenere l'impianto di riscaldamento ed il camino da un tecnico qualificato su base regolare, preferibilmente, almeno una volta all'anno, e più frequentemente se l'impianto è usato come fonte di riscaldamento principale in un clima freddo; tecnici qualificati e/o spazzacamini devono controllare regolarmente l'impianto di riscaldamento e il camino per rilevare possibili danni o malfunzionamenti; il camino deve essere pulito almeno una volta all'anno per rimuovere i depositi di creosoto è inoltre necessario controllare le guarnizioni e la possibile contaminazione dell'impianto di alimentazione dell'aria fresca dell'impianto di riscaldamento;
- Seguire le istruzioni e i consigli sulla frequenza di manutenzione contenuti nel manuale del produttore.

7.5 Migliori tecniche disponibili

La tecnologia per gli impianti di riscaldamento a legna per uso domestico si è evoluta in modo significativo nell'ultimo decennio.

Esempi di miglioramenti tecnologici sono i seguenti:

- *Maggiore tenuta all'aria che consente un migliore controllo dell'aria.* Impianti di riscaldamento robusti e compatti con linee di saldatura di alta qualità che riducono il rischio di ingresso errato o indesiderato di aria e con una porta della camera di combustione piccola e con un meccanismo di bloccaggio affidabile e migliorato;
- *Miglioramento del controllo dell'aria;* controllo dell'aria con l'aggiunta di aria primaria sul fondo, aria secondaria all'altezza delle fiamme e, talvolta, aria terziaria nella parte superiore delle fiamme;
- *Uso di materiali termoriflettenti nella camera di combustione, che aumenta la temperatura iniziale.* L'uso di materiale refrattario, come rivestimento nella camera di combustione, protegge i materiali e riduce la perdita di calore;
- *Camera di post combustione che assicura che i gas di combustione brucino più a lungo e meglio.* Esistono due camere di combustione: una camera di combustione principale e una camera di post combustione secondaria, in particolare per le caldaie;
- *Miglioramento della messa a punto della fornitura d'aria alla capacità di riscaldamento desiderata;*
- *Automazione della fornitura e della combustione dell'aria.* Impianti di riscaldamento attrezzati con sistemi elettronici o termici/meccanici;
- *Opzione per dotare gli apparecchi per il riscaldamento d'ambiente locale, come le stufe, di un sistema di recupero del calore per aumentare l'efficienza o assicurare il collegamento a un sistema di accumulo del calore per migliorare la distribuzione del calore.*