Allegato 01

ANALISI DEI FLUSSI ENERGETICI NELLA PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

prof. ing. P. Baggio | RESPONSABILE DELLA RICERCA

ing. A. Bello | AUTORE, ASSEGNISTA DI RICERCA

ing. B. Nodari | CO-AUTORE, ASSEGNISTA DI RICERCA

UNIVERSITÀ DI TRENTO
Dipartimento di
Ingegneria Civile, Ambientale e Meccanica

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Civile,
Ambientale e Meccanica

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRENTO

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E MECCANICA

Analisi dei flussi energetici nella Provincia Autonoma di Trento

Responsabile della ricerca:
prof. ing. P. Baggio

autore, assegnista di ricerca:
ing. A. Bello

co-autore, assegnista di ricerca:
ing. B. Nodari

Versione definitiva
10 maggio 2019

Indice

I Input **2**

1 Gas metano **3**
1.1 Reti di distribuzione . . . 3
1.2 Industrie e termoelettrico . . . 5

2 Biomassa forestale **7**
2.1 Custodi forestali . . . 7
2.2 Aziende produttrici di biomasse forestali . . . 10
2.3 Aziende di prima lavorazione del legno . . . 11

3 Produzione energetica da scarti organici **14**
3.1 Trattamento della frazione organica dei rifiuti urbani . . . 14
3.2 Depurazione delle acque reflue urbane . . . 16
3.3 Trasformazione agroalimentare . . . 20
3.4 Trattamento dei reflui zootecnici . . . 20
3.5 Fanghi di processo industriale . . . 23

4 Prodotti petroliferi per riscaldamento **25**
4.1 Ripartizione in base agli impianti nel SIRE . . . 26

5 Energia elettrica **29**
5.1 Reti di distribuzione - Consumi . . . 33
5.2 Reti di distribuzione - Produzione . . . 37

6 Carburanti per trasporti **40**
6.1 Trasporto pubblico . . . 42

II Output **45**

7 Calcolo dei gradi giorno **46**
7.1 Confronto tra gradi giorno e consumi di metano . . . 49

8 Teleriscaldamento a gas metano **51**

9 Biomassa legnosa **55**
9.1 Teleriscaldamento a biomassa prevalente . . . 55
9.2 Usi domestici - CATI . . . 60
9.2.1 Ripartizione in base agli usi civici . . . 61
9.3 Uso cottura in pizzerie . . . 62

10 Caratterizzazione impiantistica del settore residenziale **63**
10.1 Elaborazione degli APE . . . 64
10.1.1 Pulizia dei dati . . . 64
10.1.2 Risultati . . . 66
10.2 Elaborazione del SIRE . . . 68
10.3 Studio di dettaglio . . . 71
10.4 Considerazioni sul campione statistico del SIRE . . . 71
10.5 Considerazioni sul campione statistico degli APE . . . 72

11 Utilizzo dei carburanti da autotrazione per comunità di valle **73**

12 Produzione elettrica fotovoltaica **81**

13 Bilanciamento consumi e autoproduzioni elettriche **86**

III Bilancio complessivo **92**

14 Bilancio di sintesi per il triennio di riferimento **93**

15 Confronto con il PEAP 2013-2020 **95**
15.1 Correzione in base ai gradi giorno . . . 96

16 Note metodologiche relative alla stesura del bilancio complessivo **98**

Bibliografia **100**

IV Appendici **101**

A Consumi di metano per comunità di valle **102**

B Confronto tra gradi giorno e consumi di metano **107**
B.1 Considerazioni sul metodo di calcolo dei gradi giorno . . . 110
B.1.1 Conclusioni . . . 111

C Indagine CATI sull'uso di legna nelle famiglie **113**

D Prodotti petroliferi per riscaldamento: ripartizione in base alla popolazione non metanizzata **115**

E Dettaglio della caratterizzazione impiantistica **117**
E.1 Impianti a metano . . . 117
E.2 Pompe di calore . . . 121
E.3 Impianti a biomasse . . . 124
E.3.1 Dettaglio tipologie di biomassa . . . 127
E.4 Impianti a combustibili petroliferi . . . 129
E.4.1 Dettaglio tipologie di combustibili derivati dal petrolio . . . 132

F Consumi di energia elettrica per comunità di valle – da rete **134**

G Produzione di energia elettrica per comunità di valle **139**

H Elaborazione dati di consumo di carburante in base alle misurazioni di traffico da sensori del Servizio Gestione Strade (metodo2) **142**

I Elaborazione dati di consumo di carburante in base a numero di veicoli per comunità di valle e popolazione (metodo3) 146

J Consumi di energia elettrica per comunità di valle - globali 149

K Confronto produzione fotovoltaica tra PVGIS e Atlante Solare Trentino 154

L Fattori di conversione in tep 157

Introduzione

Questo documento ha lo scopo di fornire una dettagliata presentazione metodologica del lavoro di analisi dei dati, svolto con il fine di costruire la baseline dei flussi energetici nella Provincia Autonoma di Trento, nell'ambito della stesura del nuovo Piano Energetico Ambientale Provinciale 2020-2030. Il sottoscritto ha scelto di produrre un documento molto esaustivo, in modo da rendere trasparenti e chiare le assunzioni alla base delle elaborazioni e i procedimenti seguiti. Questo per fornire la migliore base possibile per la preparazione nel nuovo PEAP e, in un'ottica di replicabilità dei risultati, anche per aiutare le future attività di monitoraggio e di stesura dei prossimi Piani.

Il presente documento è composto dalla somma del lavoro del sottoscritto ing. Andrea Bello e dell'ing Benedetta Nodari, che condividono la paternità dell'opera. In particolare, il lavoro dell'ing. Nodari è accreditati nel testo, avendo lei curato i Capitoli "1.2: Gas metano - industrie e termoelettrico", "5: Energia elettrica", "6: Carburanti per trasporti", "13: Utilizzo dei carburanti da autotrazione per comunità di valle", "14: Produzione elettrica fotovoltaica", "15: Bilanciamento consumi e autoproduzioni elettriche". La Parte III "Bilancio complessivo" è frutto del lavoro di entrambi.

Parte I

Input

Capitolo 1

Gas metano

Il Ministero dello Sviluppo Economico - Direzione Generale per la Sicurezza dell'Approvvigionamento e le Infrastrutture Energetiche (DGSAIE), rilascia annualmente i dati di consumo di gas naturale per tutte le provincie italiane; elaborati dal Dipartimento per l'Energia su dati SNAM Rete Gas, S.G.I. s.p.a. ed altre, essi sono riportati in tabella 1.1 per il triennio di riferimento.

Tabella 1.1: Gas naturale totale distribuito per provincia: dati MISE, 2017 (elaborazione MISE-DGSAIE). Unità di misura: milioni di Standard metri cubi (a 38,1 MJ).

Settore	**2014**	**2015**	**2016**
Industriale	254,5	262,9	275,4
Termoelettrico	58,4	59,0	47,7
Reti di distribuzione	319,9	353,0	356,4
Totale	**632,8**	**674,9**	**679,5**

1.1 Reti di distribuzione

I dati delle consegne di gas metano di ogni utility distributrice sono stati forniti dall'Ufficio Gas di APRIE, per gli anni 2014, 2015, 2016. Questi dati sono stati puliti dai comuni non pertinenti (ovvero non facenti parte della Provincia di Trento), e la suddivisione delle tipologie di utenze è stata uniformata tra tutti i gestori. Quindi, i consumi sono stati raggruppati per comunità di valle, mantenendo la differenziazione per tipologia di utenza e anno. Il risultato è la tabella allegata in Appendice A, contenente i metri cubi standard (Smc) di gas consumato e il numero di Punti di Riconsegna (PDR) attivi[1], per ogni anno, tipologia di utenza e comunità di valle.

Come si vede dalla tabella 1.2, il totale provinciale coincide sufficientemente con i dati di distribuzione del Ministero dello Sviluppo Economico - Direzione Generale per la Sicurezza dell'Approvvigionamento e le Infrastrutture Energetiche (DGSAIE).

I consumi totali delle comunità di valle sono riportati in figura 1.1 per i tre anni di interesse. Una disaggregazione del totale provinciale per tipologia di utenza è invece presentata in figura 1.2.

[1] ovvero quelli a cui è associato un contratto di fornitura.

Tabella 1.2: confronto consumi di gas provinciali da rete di distribuzione tra dati forniti ad APRIE dai distributori (chiamati “APRIE” per semplicità) e dati MISE (elaborazione MISE-DGSAIE), 2017. Unità di misura: milioni di Standard metri cubi (a 38,1 MJ).

Fonte dati	**2014**	**2015**	**2016**
APRIE	318,5	342,8	351,4
MISE-DGSAIE	319,9	353,0	356,4
differenza %	0,45%	2,88%	1,41%

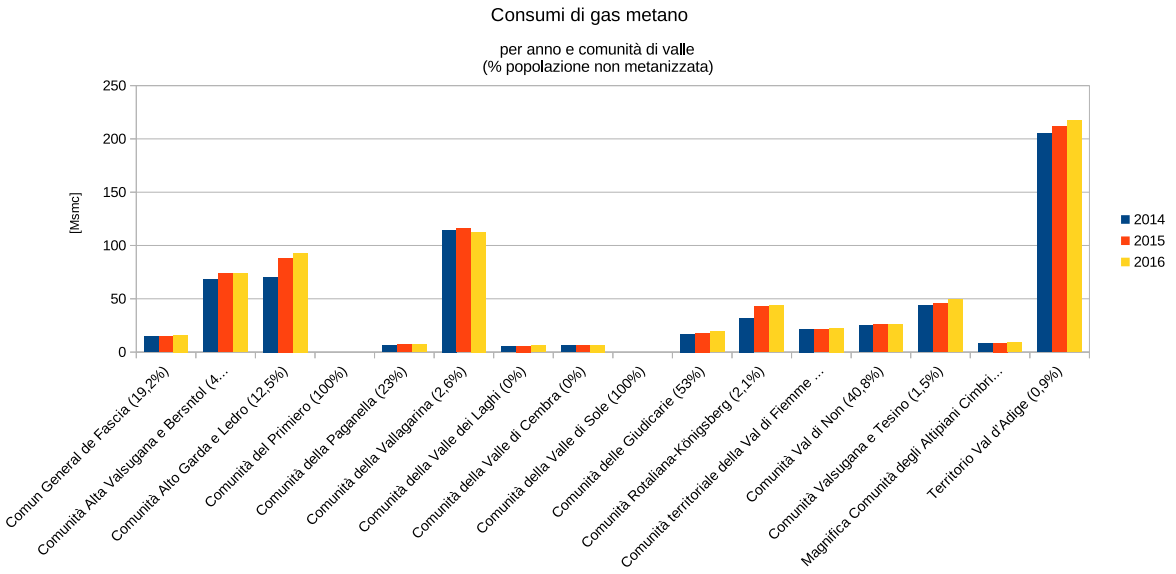


Figura 1.1: consumi totali di gas metano per comunità di valle, per il triennio di riferimento. Unità di misura: milioni di Standard metri cubi (a 38,1 MJ) (origine dati APRIE, forniti dai distributori, 2017).

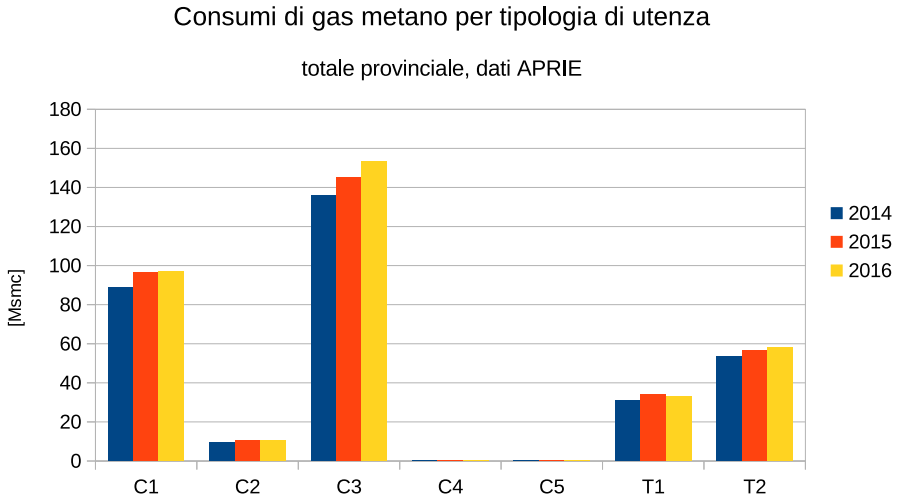


Figura 1.2: consumi totali di gas metano per tipologia di utenza, per il triennio di riferimento. Legenda: C1 riscaldamento, C2 uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s., C3 riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s., C4 uso condizionamento, C5 uso condizionamento + riscaldamento, T1 uso tecnologico (artigianale – industriale), T3 uso tecnologico + riscaldamento. Unità di misura: milioni di Standard metri cubi (a 38,1 MJ) (origine dati APRIE, forniti dai distributori, 2017).

1.2 Industrie e termoelettrico

a cura dell'ing. B. Nodari

Il resoconto annuale MISE sui consumi di gas naturale a livello provinciale identifica, oltre ai consumi definiti come "Reti di distribuzioni" di cui al capitolo precedente, altre due categorie di consumo: termoelettrico ed industriale. Ad oggi non sono stati resi disponibili da Retragas e SNAM dati che permettano la distribuzione spaziale di questi vettori: il primo è invero di scarso interesse in riferimento agli usi finali in quanto l'uso finale di energia elettrica è tracciato mediante Terna.

PROVINCIA	ANNO	INDUSTRIALE	TERMOELETTRICO	u.m.
TRENTO	2013	245	60	MSmc
TRENTO	2014	255	58	MSmc
TRENTO	2015	263	59	MSmc
TRENTO	2016	275	48	MSmc

PROVINCIA	ANNO	INDUSTRIALE	TERMOELETTRICO	u.m.
TRENTO	2014	208.436	47.830	tep
TRENTO	2015	215.315	48.321	tep
TRENTO	2016	225.553	39.066	tep

Figura 1.3: consumi di gas naturale totale per i settori Industriale e Termoelettrico – fonte dati: MISE.

In riferimento al consumo industriale si è perciò provveduto ad una discretizzazione spaziale sulla base dei dati ASIA del comparto industriale distribuendo il totale del consumo del gas indicato dal Ministero in riferimento agli addetti/unità locale.

I valori di unità locali e relativi addetti, disponibili per ogni comune e per ogni settore, sono stati elaborati per tenere in considerazione solo per quelle realtà con un numero di addetti superiore a 50 e solo i comuni totalmente metanizzati.

Si riportano di seguito i grafici riferiti ai dati elaborati.

COMUNITà DI VALLE	AD
Comunità Alto Garda e Ledro	2.371
Comunità della Vallagarina	2.400
Territorio Val d'Adige	1.850
Comunità Valsugana e Tesino	1.158
Comunità Rotaliana-Königsberg	1.107
Comunità delle Giudicarie	393
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	553
Comunità Val di Non	502
Comunità territoriale della Val di Fiemme	387
Comunità della Valle di Sole	0
Comunità del Primiero	0
Comunità della Valle di Cembra	20
TOTALE	**10.740**

Figura 1.4: numero di addetti per singola unità locale per comunità di valle. Fonte dati: elaborazione su dati ASIA *"Imprese attive. Dati completi a livello di singola ul (ASIA) anno 2015"* .

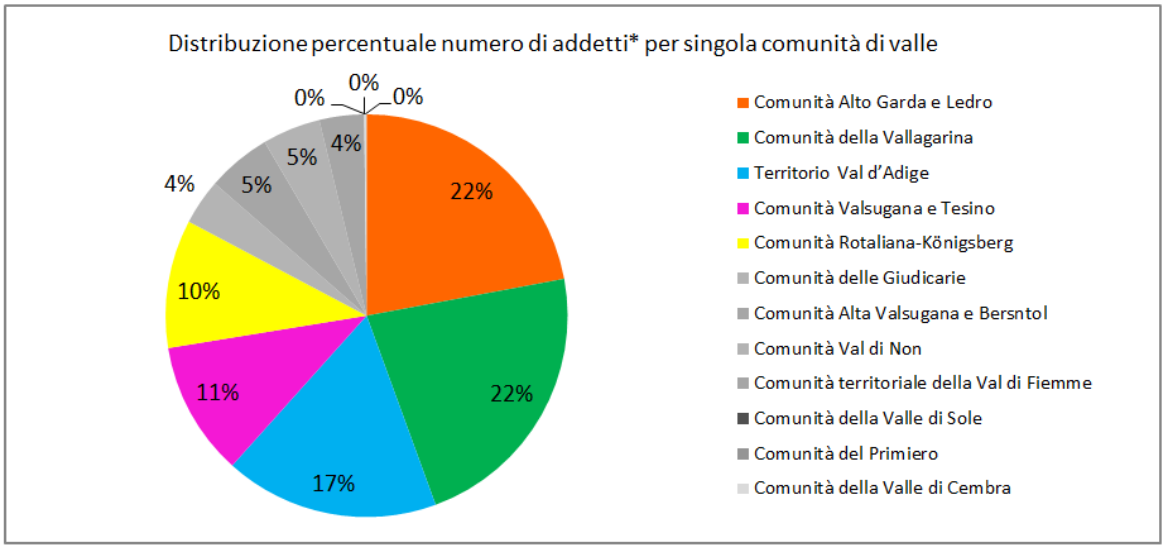


Figura 1.5: % numero di addetti per comunità di valle. Fonte dati: elaborazione su dati ASIA *"Imprese attive. Dati completi a livello di singola unità locale (Ul) anno 2015"* (NB: sono considerati solo i comuni e aziende del comparto industriale con AD/UL maggiore di 50).

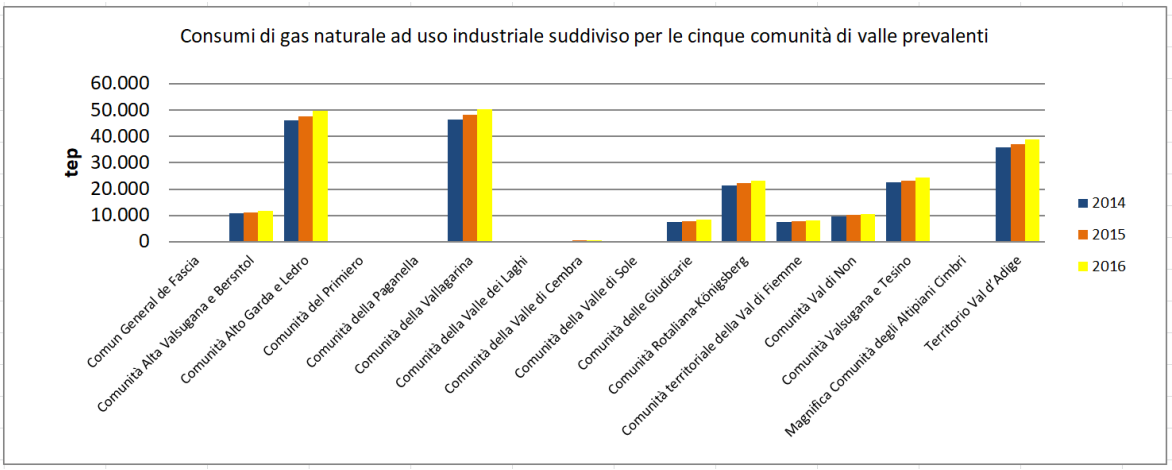


Figura 1.6: consumi di gas naturale classificato come industriale da dati MISE in base alla distribuzione di addetti/unità locale per comunità di valle. Fonte dati: elaborazione su dati ASIA *"Imprese attive. Dati completi a livello di singola unità locale (ul) anno 2015"* e MISE 2014-2015-2016.

Capitolo 2

Biomassa forestale

2.1 Custodi forestali

La biomassa per usi domestici da assegnazioni civiche è stata ottenuta grazie all'indagine sui custodi forestali svolta dal Servizio Foreste della Provincia Autonoma di Trento. Si noti che tutte le proprietà forestali della PAT dove si assegna materiale legnoso ai censiti sono state considerate.[1] L'indagine ha riguardato il periodo 2011 - 2015, e come si nota dal grafico di figura 2.1, la quantità totale di biomassa resta approssimativamente costante lungo il periodo analizzato, con una media di 75.349 t[2]. Anche un'indagine precedente svolta nel 2007 mostra una quantità pari a 71.414 t, un dato in linea con questa indagine più recente. Solo il PEAP 2013-2020 riporta un valore diverso, maggiore del 12% circa.

Vista la comunque sostanziale stabilità negli anni delle quantità di biomassa, si assume che il trend evidenziato dall'indagine sui custodi forestali per il 2011 - 2015 permanga anche per gli anni 2016 e 2017.

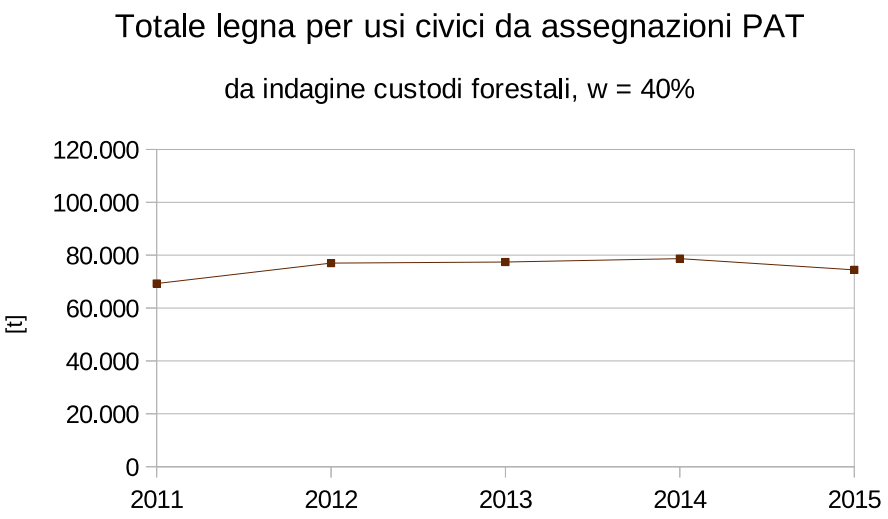


Figura 2.1: quantità di biomassa rilevata da indagine sui custodi forestali. Tenore idrico (w) del 40%. (origine dati *Servizio Foreste PAT*, 2017)

Il Servizio Foreste ha assunto una ripartizione tra latifoglie e conifere in parti uguali, quindi pari al 50%. L'indagine riporta inoltre una quantità di biomassa con tenore idrico (w) stimato in 50%; per uniformarsi al precedente PEAP, però, tutti i dati sono stati riportati ad

[1] comprese quindi anche le foreste gestite dalle Magnifiche Comunità.

[2] biomassa riportata ad un tenore idrico del 40% e quantità media proiettata su tutti i custodi (vedere il resto del capitolo per maggiori dettagli a riguardo di queste ipotesi).

un tenore idrico del 40% tramite un fattore moltiplicativo di 0,83.[3] L'indagine ha riguardato 175 custodi forestali, di cui 136 hanno risposto. I dati vengono quindi proiettati sull'intera superficie del Trentino, assumendo che la quantità media assegnata da ogni custode non vari estendendola a tutte le zone di custodia forestale della PAT, che sono 185. Il Servizio Foreste assume inoltre che una quantità pari al 26% delle assegnazioni su proprietà pubblica venga raccolta su proprietà privata;[4] l'indagine presenta quindi un "Totale legna da foreste PAT per uso domestico" ottenuto aggiungendo questa quantità a quanto rilevato con l'indagine.

Per ogni questionario registrato nel database dell'indagine,[5] si calcola la quota di legna conferita con ogni assegnazione. Si determina quindi la quantità media di legna conferita con ogni assegnazione, per tutti gli anni dell'indagine. Con questo dato medio, l'indagine determina la quantità totale assegnata ogni anno moltiplicando il numero di assegnazioni per la suddetta quantità media di legna conferita con ogni assegnazione. Nel presente lavoro si segue lo stesso metodo fin qui esposto, con la differenza che la percentuale di risposta dei custodi forestali è calcolata per ogni comunità. Infatti, in alcune comunità tutti i custodi hanno risposto (ad es. nel Territorio Val d'Adige), mentre in altre solo una percentuale minoritaria (es. nella Comunità territoriale della Val di Fiemme ha risposto solo il 30%). Disponendo soltanto dell'elenco custodi forestali relativo all'anno 2015, si calcola la percentuale di risposta per quell'anno, assumendo che per ogni comunità sia invariata nel tempo.

Nell'elaborazione per il presente lavoro, i dati sono stati localizzati spazialmente, determinando il comune relativo ad ogni assegnazione; molte assegnazioni, però, sono relative a frazioni di comuni. Non disponendo di un elenco che correli le frazioni con i comuni del Trentino, esse sono state correlate manualmente, una ad una. Ottenuta la corrispondenza di ogni assegnazione con il relativo comune, questi ultimi sono stati aggregati per comunità di valle. Il risultato è mostrato nel grafico di figura 2.2.

Per referenza e per dare un inquadramento generale quantitativo confrontabile tra tutte le fonti energetiche, alla quantità di legna assegnata espressa in peso si aggiunge anche l'energia equivalente, ottenuta adottando un potere calorifico inferiore della biomassa legnosa di 2.815,00 kWh/t. La tabella di figura 2.3 mostra, per l'anno 2015, i vari passaggi: numero di assegnazioni rilevato dall'indagine, calcolo della quantità di legna assegnata (con la quantità media per ogni assegnazione), proiezione sulla totalità dei custodi (185), sulle assegnazioni da suolo privato (26% di quelle da suolo pubblico) e su un tenore idrico del 40%, determinazione dell'energia equivalente alla biomassa. Si precisa che i totali presentati in queste tabelle, risultato delle elaborazioni, differiscono leggermente (dello 0,1%) rispetto ai totali della quantità rilevata dall'indagine, probabilmente a causa di approssimazioni decimali.

In considerazione della sostanziale stabilità nel tempo delle quantità rilevate dall'indagine (si veda ancora la figura 2.2), si proiettano i risultati anche sugli anni 2016 e 2017, assumendoli entrambi uguali alla media dei tre anni più recenti (2013, 2014, 2015).

In conclusione, la quantità di legna assegnata per usi civici da foreste pubbliche PAT è riportata nella tabella di figura 2.4, per anno e comunità di valle.

[3] secondo quanto riportato nell'indagine, "il coefficiente è stato calcolato come rapporto fra massa allo stato fresco (w=50%) e massa parzialmente stagionata (w=40%), come adottata nel PEAP".

[4] questa stima si basa su dati del 2007, quando in virtù della vecchia legge in materia venivano assegnate anche le quantità su superficie privata ed era quindi possibile determinarne il peso rispetto alle assegnazioni su proprietà pubblica.

[5] corrispondente a un record del database dell'indagine e identificato univocamente

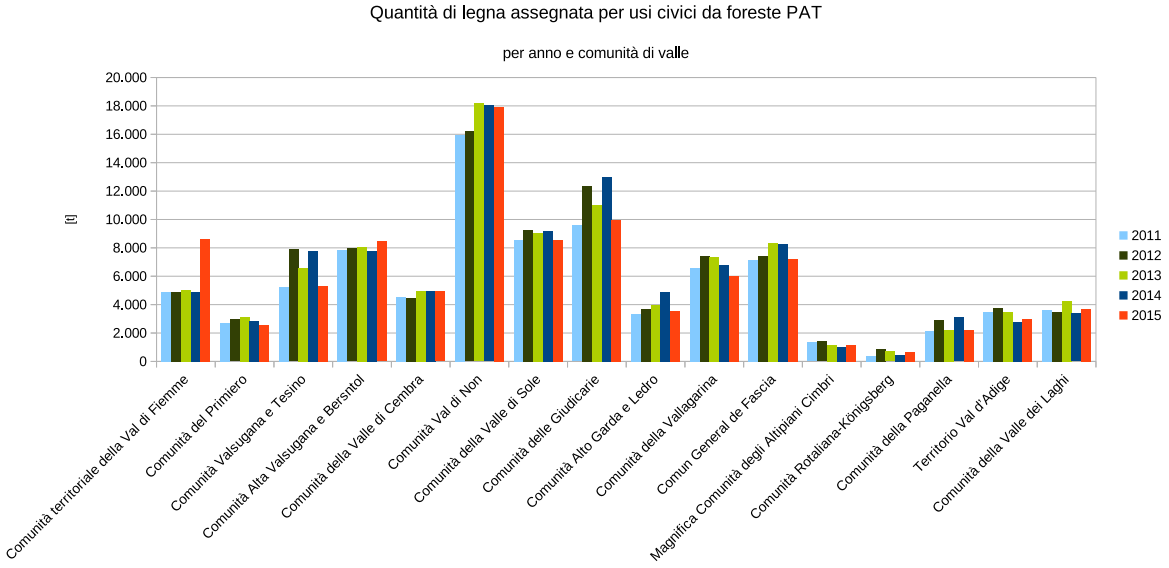


Figura 2.2: quantità di biomassa assegnata per usi civici da foreste su suolo pubblico PAT, secondo l'indagine sui custodi forestali. Elaborazione per comunità di valle. Tenore idrico (w) del 40%. (origine dati *Servizio Foreste PAT*, 2017)

	2015			
Comunità di Valle	**numero assegnazioni da questionari [-]**	**quantità assegnazioni da questionari [q]**	**quantità assegnazioni, proiett. con % di risp. per CdV, con racc. prop.priv. e w40% [q]**	**energia equiv. assegn. proiett. con % di risp. per CdV, con racc. prop.priv. e w40% [kWh]**
Comunità territoriale della Val di Fiemme	654	24.785	86.460	24.338.418
Comunità del Primiero	529	20.048	25.643	7.218.413
Comunità Valsugana e Tesino	1.176	44.568	52.859	14.879.928
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	1.218	46.159	84.536	23.796.944
Comunità della Valle di Cembra	1.065	40.361	49.278	13.871.782
Comunità Val di Non	3.196	121.121	178.948	50.373.827
Comunità della Valle di Sole	1.754	66.473	85.618	24.101.389
Comunità delle Giudicarie	2.124	80.495	99.555	28.024.704
Comunità Alto Garda e Ledro	892	33.805	35.377	9.958.655
Comunità della Vallagarina	1.135	43.014	60.019	16.895.477
Comun General de Fascia	1.141	43.241	72.404	20.381.750
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	95	3.600	11.303	3.181.857
Comunità Rotaliana-Königsberg	164	6.215	6.504	1.830.964
Comunità della Paganella	558	21.147	22.131	6.229.742
Territorio Val d'Adige	760	28.802	30.142	8.484.953
Comunità della Valle dei Laghi	934	35.397	37.043	10.427.561
Totale del Trentino	**17.395**	**659.232**	**937.820**	**263.996.364**

Figura 2.3: aggregazione per comunità di valle di: numero di assegnazioni rilevate dall'indagine sui custodi forestali, quantità di biomassa conferita con assegnazioni (calcolata), quantità di biomassa conferita con assegnazioni riportata a un tenore idrico (w) del 40%, proiettata su tutti i custodi (185) e aumentata del 26% per conteggiare la raccolta da suolo privato ("racc. prop. priv."), energia equivalente alla quantità di biomassa (considerando un PCI medio di 2.815 kWh/t); (origine dati *Servizio Foreste PAT*, 2017)

	quantità assegnazioni, calcolate dalla qntà media, a 185 cust, con racc. da prop.priv. e w40% [t]						
	rilevate da indagine su custodi forestali					proiezione	
Comunità di Valle	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**
Comunità territoriale della Val di Fiemme	1.885	1.926	1.945	1.909	3.515	2.456	2.456
Comunità del Primiero	2.913	3.378	3.378	3.021	2.852	3.083	3.083
Comunità Valsugana e Tesino	6.175	7.698	7.698	9.003	6.362	7.688	7.688
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	5.929	6.082	6.082	5.802	6.567	6.150	6.150
Comunità della Valle di Cembra	5.163	5.586	5.586	5.573	5.742	5.634	5.634
Comunità Val di Non	14.974	16.953	16.953	16.709	17.231	16.964	16.964
Comunità della Valle di Sole	8.826	9.244	9.244	9.147	9.084	9.158	9.158
Comunità delle Giudicarie	10.599	12.056	12.056	14.263	11.365	12.561	12.561
Comunità Alto Garda e Ledro	4.392	5.198	5.198	6.429	4.809	5.479	5.479
Comunità della Vallagarina	6.957	7.720	7.720	7.254	6.464	7.146	7.146
Comun General de Fascia	5.902	6.847	6.847	6.743	6.151	6.580	6.580
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	637	555	555	463	523	513	513
Comunità Rotaliana-Königsberg	509	927	927	622	884	811	811
Comunità della Paganella	2.849	2.920	2.920	4.047	3.008	3.325	3.325
Territorio Val d'Adige	4.595	4.611	4.611	3.616	4.097	4.108	4.108
Comunità della Valle dei Laghi	4.841	5.576	5.576	4.414	5.035	5.008	5.008
Totale del Trentino	**87.145**	**97.275**	**97.294**	**99.015**	**93.690**	**96.666**	**96.666**

Figura 2.4: quantità di biomassa assegnata per usi civici da foreste su suolo pubblico PAT, secondo l'indagine sui custodi forestali. Elaborazione per comunità di valle. I dati relativi al 2016 e 2017 sono una proiezione basata sui dati dell'indagine (indicati quindi come "proiezione"). Quantità proiettata su tutti i custodi (185) e aumentata del 26% per conteggiare la raccolta da suolo privato ("racc. prop. priv."); tenore idrico (w) del 40%. (origine dati *Servizio Foreste PAT*, 2017)

2.2 Aziende produttrici di biomasse forestali

Per conoscere la biomassa di origine forestale ("ramaglia, cimali e assortimenti non destinati alla segagione") prodotta da aziende trentine, APRIE ha fornito un'indagine interna svolta nel periodo 2014 - 2016. Quest'ultima ha considerato solo il materiale lavorato con cippatrici di proprietà dell'azienda intervistata, o con cippatrici provenienti da aziende fuori provincia. E' stata inoltre esclusa la biomassa proveniente da aziende di prima lavorazione del legno (ovvero refili di segherie), poiché è stata rilevata con un'indagine apposita (presentata nel Capitolo 2.3).

Questa indagine sui produttori di biomassa forestale ha considerato inizialmente 25 aziende che prevalentemente operano nel settore; tuttavia, dopo aver applicato i criteri esposti sopra, solo 14 sono state effettivamente selezionate. Per queste ultime, sono state rilevate la produzione suddivisa per filiera di origine (forestale-esbosco, da aziende di rima lavorazione del legno, altro), la provenienza del cippato prodotto (PAT o extra PAT), la tipologia di acquirenti (impianti di teleriscaldamento, privati, impianti propri o commercianti) e altri parametri qualitativi minori.

Come detto, di tutti quei dati si considera solo la produzione da biomassa di origine forestale, riportata in tabella 2.1.

Tabella 2.1: quantità di biomassa di origine forestale prodotta da aziende trentine, rilevata da indagine sulle imprese boschive (dati *Servizio Foreste PAT*, 2017). Quantità espressa in metri cubi stero [mst].

Anno	**Volume produzione di origine forestale [mst]**
2014	208.727
2015	243.476
2016	273.672

L'indagine calcola inoltre la quota di cippato proveniente da fuori provincia rispetto al cippato totale: 24% nel 2014, 20% nel 2015 e 16% nel 2016. Per referenza, in figura 2.5 si riportano anche le quote percentuali di destinazione della biomassa prodotta.

Tabella 2.2: quantità di biomassa di origine forestale prodotta da aziende trentine, rilevata da indagine sulle imprese boschive (dati *Servizio Foreste PAT*, 2017). Quantità espressa in metri cubi stero [mst].

Anno	**Volume prodotto PAT [mst]**	**Volume prodotto extra-PAT [mst]**	**Volume prodotto totale [mst]**
2014	267.057	86.522	353.579
2015	304.789	75.313	380.102
2016	340.699	65.583	406.282

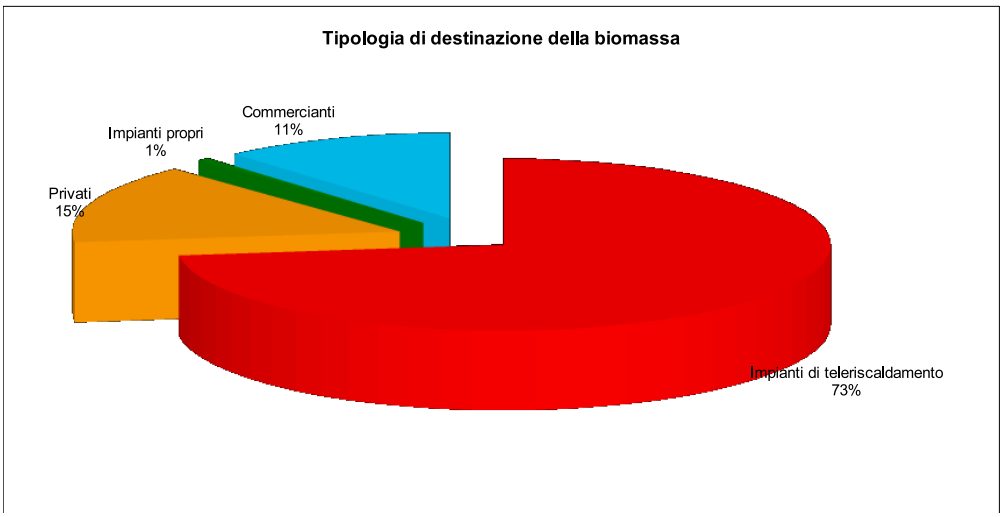


Figura 2.5: quote percentuali di destinazione della biomassa prodotta (origine dati *Servizio Foreste PAT*, 2017).

2.3 Aziende di prima lavorazione del legno

Nel 2017 APRIE, l'Associazione Artigiani e Piccole Imprese e il dipartimento TESAF dell'Università degli Studi di Padova conducono un'indagine sulle caratteristiche del comparto della prima lavorazione del legno in Provincia di Trento. Questo studio ha lo scopo di raccogliere informazioni relative alle biomasse e fornire una quadro ragionevolmente dettagliato e aggiornato del settore e della filiera foresta - energia. I dati vengono raccolti in riferimento all'anno 2016. Sono coinvolte 138 aziende tramite questionario, di cui 124 accettano di rispondere.

Di tutte le informazioni raccolte, nel presente lavoro si riprendono quelle relative all'utilizzo energetico dei sottoprodotti della prima lavorazione del legno. Si noti che questa componente è tutt'altro che trascurabile, incidendo tra il 5% e il 10% sul fatturato delle aziende del settore. Nello specifico, i sottoprodotti della lavorazione considerati sono corteccia, cippato, segatura/trucioli e refili; altri scarti, come pezzi, teste e ritagli, non vengono inclusi, poichè derivano per la maggior parte da lavorazioni di materiali contenenti colle, e sono quindi classificati come scarti. I risultati sono mostrati in tabella 2.3.

Tabella 2.3: quantità totali dei sottoprodotti delle aziende di prima lavorazione del legno per l'anno 2016 (dati *Indagine sulle caratteristiche del comparto della prima lavorazione del legno in Provincia di Trento*, APRIE, 2017). Quantità espresse in metri cubi stero [mst].

Sottoprodotto	**Quantità [mst]**
Corteccia	64.703
Cippato	439.871
Segatura/trucioli	386.490
Refili	39.504
Totale sottoprodotti	**930.568**

Tabella 2.4: impiego aziendale dei sottoprodotti delle aziende di prima lavorazione del legno (origine dati: indagine *Servizion Foreste PAT*).

Sottoprodotto	**Quantità**	**Impiego aziendale**	
	[msr]	**Energia**	**Semilavorati**
Corteccia	65.408	0,00%	0,00%
Cippato	448.701	4,40%	0,00%
Segatura Trucioli	392.502	3,00%	0,00%
Refili	40.017	0,60%	0,00%
Totale sottoprodotti	**946.628**		

Tabella 2.5: destinazione geografica dei sottoprodotti delle aziende di prima lavorazione del legno (origine dati: indagine *Servizion Foreste PAT*).

Sottoprodotto	**Quantità**	**Destinazione geografica**	
	[msr]	**Entro PAT**	**Fuori PAT**
Corteccia	65.408	58,00%	42,00%
Cippato	448.701	59,30%	35,40%
Segatura/trucioli	392.502	53,00%	43,10%
Refili	40.017	70,00%	29,40%
Totale sottoprodotti	**946.628**		

Tabella 2.6: settore di impiego dei sottoprodotti delle aziende di prima lavorazione del legno (origine dati: indagine *Servizion Foreste PAT*).

Sottoprodotto	**Quantità**	**Settore impiego**				
	[msr]	**Resid.**	**Turistico**	**Centrali tlr**	**Aziende**	**Altro**
Corteccia	64.703	17,80%	0,00%	53,00%	26,40%	2,80%
Cippato	439.871	0,10%	2,50%	94,20%	1,80%	1,30%
Seg./truc.	386.490	0,00%	0,00%	9,20%	88,90%	1,70%
Refili	39.504	2,80%	0,40%	25,50%	0,00%	69,90%
Tot. sottoprod.	**930.568**					

Capitolo 3

Produzione energetica da scarti organici

a cura di
Luca Tomasi, Silvia Silvestri
Centro Trasferimento Tecnologico
Fondazione Edmund Mach

Ad oggi, in Provincia di Trento la valorizzazione energetica di matrici organiche di scarto o di rifiuti biodegradabili avviene nell'ambito dei seguenti settori:

- trattamento della frazione organica dei rifiuti urbani (FORSU), presso l'impianto "Bioenergia Trentino" sito a Cadino di Faedo;
- depurazione delle acque reflue urbane, presso l'impianto di depurazione di Rovereto;
- trasformazione agroalimentare, presso lo stabilimento dell'Organizzazione Menz & Gasser di Novaledo;
- trattamento dei reflui zootecnici, presso sette impianti a biogas sparsi sul territorio provinciale.

3.1 Trattamento della frazione organica dei rifiuti urbani

Gran parte della frazione organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU) prodotta in Trentino viene conferita e trattata presso l'impianto di digestione anaerobica e compostaggio di Bioenergia Trentino, situato nella frazione Cadino del Comune di Faedo. Presso l'impianto sono attivi due reattori funzionanti a tecnologia semi-dry, che processano in condizioni termofile un mix di FORSU e verde urbano, per ottenere un biogas dal tenore di metano mediamente pari al 58% in volume. Il biogas viene sfruttato in cogenerazione e l'energia elettrica immessa in rete o impiegata in autoconsumo. Parte del cascame termico è utilizzato per il mantenimento delle condizioni termofile ed il riscaldamento degli uffici. Di seguito si riportano le quantità annue di rifiuti trattati e la produzione energetica dal 2016. Stime interne a Fondazione Mach indicano che il verde urbano venga generalmente utilizzato nella sola fase aerobica di compostaggio; la produzione energetica sarebbe quindi da imputare prevalentemente alle quantità di FORSU elaborata. Si noti che un circa 15% del FORSU trattato dell'impianto

Provenienza	2016 (ton)	2017 (ton)	2018 AL 31-08-18 (ton)
ALTA VALSUGANA	5.418	5.415	3.700
ROTALIANA	6.235	6.165	4.443
BOLZANO	4.527	4.919	2.975
VAL DI FASSA	1.467	1.966	1.566
VAL DI NON	2.114	2.098	1.424
GIUDICARIE	258	112	0
TRENTO	7.930	9.298	6.994
BASSA VALSUGANA E TESINO	1.197	1.284	917
VAL DI FIEMME	1.736	2.319	1.652
ISERA	235	239	172
Totale	**31.117**	**33.815**	**23.843**

Verde urbano trattato (ton)	11.911	12.202	8.688

BIOGAS (Nm^3) prodotto	6.320.935	6.797.405	4.776.500
BIOGAS (Nm^3) sfruttato	4.248.437	4.110.737	2.883.701
kWh_{el} prodotti	8.395.915	7.864.799	5.668.261
kWh_{el} autoconsumo (rif. soli reattori anaerobici*)	136.417	138.376	100.476
kWh_t autoconsumo (rif. soli reattori anaerobici)	672.120	649.820	501.690

kWh in ingresso al motore (PCI biogas * quantità biogas)	24.271.321	23.484.640	16.474.584
η_{el} stimato	35%	33%	34%

Figura 3.1: FORSU (ton) trattata.
* una parte consistente dei consumi elettrici è da attribuire anche alla sezione di compostaggio, a valle del processo anaerobico;
* una parte dei consumi termici è da attribuire al riscaldamento degli uffici.

proviene da Bolzano; con la dovuta approssimazione, si può quindi stimare che il circa 15% del biogas prodotto sia imputabile a materiale proveniente da fuori PAT.

3.2 Depurazione delle acque reflue urbane

In Provincia di Trento lo sfruttamento energetico dei fanghi di depurazione non avviene in maniera sistematica. Gli unici siti (depuratori) dotati di infrastruttura idonea per la produzione di biogas e successiva valorizzazione dello stesso in sezione cogenerativa sono l'impianto di Trento Nord e l'impianto di Rovereto. Di seguito si riportano alcune informazioni tecniche relative ai due siti.

Impianto di Trento Nord

La sezione di cogenerazione non viene utilizzata dall'agosto 2014, a causa di problemi tecnici relativi al gasometro, la cui guaina di copertura deve essere sostituita.
I dati tecnici relativi alla cogenerazione sono i seguenti:

- la sezione cogenerativa è costituita da n° 3 turbine da 30 kW_{el} ciascuna (potenza installata complessiva: 90 kW_{el});
- potenza termica nominale: 190 kW_t;
- la produzione di gas è variabile in funzione del periodo:
  - da gennaio ad aprile è mediamente pari a 900 Nm^3/giorno
  - da maggio a dicembre è pari a circa 1.500 Nm^3/giorno
- il valore medio ottenuto è quindi pari a circa 1.200-1.300 Nm^3/giorno
- Il consumo delle turbine è pari a circa 18 Nm^3/h di biogas ciascuna
- Nel 2012 era in previsione l'installazione di un motore endotermico da 100 kW_{el}, per sfruttare il gas prodotto nei periodi di picco (normalmente bruciato in torcia)
- Il fabbisogno di energia termica è principalmente da imputarsi al riscaldamento dei digestori (temperatura di esercizio: 38 – 40° C), in particolare nel periodo invernale; durante l'estate l'impiego dell'energia termica è maggiormente limitato; attualmente, visto il fermo della sezione cogenerativa, tutto il biogas attualmente viene bruciato in torcia.

Impianto di Rovereto

- L'impianto è entrato in funzione nel 1988 ed è stato adibito inizialmente alla sola produzione di energia termica, impiegata parzialmente (riscaldamento degli edifici funzionali e mantenimento della temperatura di processo).
- Ad oggi, la FORSU viene trattata in codigestione con i fanghi di depurazione, ed il biogas viene sfruttato in cogenerazione.

I dati energetici relativi all'impianto sono riportati in figura 3.2. Sulla base di quanta è stata scartata rispetto al totale conferito, è possibile stimare per differenza la FORSU (tabella 3.1) che ha contribuito alla produzione di biogas, per separare il suo contributo da quello dei fanghi di depurazione.

	Anno	kWh/anno
KWh_{el} prodotti con cogenerazione (per autoconsumo)	2015	944.103
	2016	1.260.999
	2017	1.239.935
	2018	263.065
Calore prodotto: KWh_t prodotti da caldaia a biogas (per autoconsumo)	2015	1.057.725
	2016	321.017
	2017	1.345.827
	2018	547.070

Figura 3.2: Impianto di Rovereto, dati energetici.

Tabella 3.1: FORSU che ha contribuito alla produzione di biogas (stima per differenza, dai dati ADEP).

Anno	**FORSU [t]**
2014	932
2015	3.360
2016	3.660
2017	9.140
2018	3.166 (solo gennaio-novembre)

Comune	Tipo di produzione	Anno	kWh_{el}/anno
FOLGARIA	pannelli	2016	83.552
FOLGARIA		2017	73.176
FOLGARIA		2018	58.272
FOLGARIA	turbine idrauliche	2016	315.883
FOLGARIA		2017	255.432
FOLGARIA		2018	241.994
MOENA	pannelli	2015	45.588
MOENA		2016	43.468
MOENA		2017	46.311
MOENA		2018	29.239
SPIAZZO		2015	39.552
SPIAZZO		2016	28.892
SPIAZZO		2017	26.908
SPIAZZO		2018	17.915

Figura 3.3: produzione di energia elettrica da altre fonti rinnovabili non organiche presso altri impianti di depurazione in Provincia.

Altri impianti

Presso altri impianti di depurazione in Provincia sono state installate tecnologie per la produzione di energia elettrica da altre fonti rinnovabili non organiche. In figura 3.3 si riportano, per completezza, i dati disponibili relativi alle annate 2015-2018.

In figura 3.4 e 3.5 sono riportati i consumi annui di energia elettrica registrati presso gli impianti di depurazione gestiti dall'ADEP.

Si riportano inoltre, in tabella 3.2, i dati sui consumi per l'essiccazione dei fanghi presso

Comune	Consumi KWh (2015)	Consumi KWh (2016)	Consumi KWh (2017)	Consumi KWh (2018)*
ALA	869918	906539	871534	707178
ALBIANO	95384	98871	96624	63327
ALDENO	717737	757058	742175	498060
AMBLAR	452207	483804	468626	334380
ANDALO	445401	463090	498834	386840
ARCO	1134080	1187040	1203040	825120
AVIO	286261	289053	268964	187295
BASELGA DI PINE'	256351	254484	260495	191516
BESENELLO	411660	441089	403848	282340
CALAVINO	276960	230500	233420	147960
CAMPITELLO DI FASSA	475680	487548	532040	366360
CAMPODENNO	501346	541665	454375	279646
CANAL SAN BOVO	164728	166211	155342	108852
CASTEL IVANO	1193024	1195911	1215755	933514
CASTELLO TESINO	130255	111268	128012	84052
CASTELLO-MOLINA DI FIEMME	1090552	1086884	1143762	785846
CLES	371197	440347	521463	362614

Figura 3.4: consumi annui di energia elettrica registrati presso gli impianti di depurazione gestiti dall'ADEP (parte 1 di 2).

l'impianto di Villa Agnedo, gestito da SEA.

Tabella 3.2: Consumo elettrico per l'essiccazione dei fanghi presso l'impianto di Villa Agnedo

Anno	**Consumo elettrico [kWh]**
2015	1.307619
2016	1.523.693
2017	1.447.817

CLES	371197	440347	521463	362614
DIMARO	709413	546359	670620	438105
DORSINO	137180	152910	157410	109854
DRENA	58095	52881	61404	41707
DRO	243082	258227	252814	173778
FAI DELLA PAGANELLA	151682	166642	179734	139872
FAVER	277573	345305	354739	243606
FOLGARIA	456576	440575	490933	406804
FONDO	362427	333154	251717	220964
GIUSTINO	920480	937840	964520	665400
GRIGNO	124898	117585	121333	82887
IMER	971058	962846	905486	668660
LAVARONE	283930	285448	297005	210151
LAVIS	1122231	1057450	1190217	862144
LEDRO	2461	6249	8794	5115
LEVICO TERME	1942685	1945556	1874974	1262518
MALE'	450704	456802	425766	298085
MEZZANA	599841	633692	656560	483217
MEZZOCORONA	1317104	1279519	1310715	863756
MOENA	497800	493840	505880	342012
MOLINA DI LEDRO	176120	180760	170124	114600
MOLVENO	319162	333313	351848	242932
MORI	787320	810628	827962	526486
PIEVE DI BONO	362080	375156	366802	256230
PIEVE DI LEDRO	463240	472040	430449	315240
PIEVE TESINO	101459	104685	105329	70181
PINZOLO	695600	737600	760920	557360
POZZA DI FASSA	1595360	1669600	1688720	1295520
RAGOLI	639840	647880	663640	448440
RIVA DEL GARDA	2908873	2870757	2782644	1972960
ROVERETO	3450773	3558696	4338679	2861204
SANZENO	262328	261718	268910	149906
SIROR	467583	431782	444091	318438
SOVER	91146	98543	102693	83989
SPIAZZO	324660	328680	309840	205980
STENICO	537821	570087	650135	390648
STORO	606668	634980	599544	406208
TAIO	798743	665913	684321	471337
TERRAGNOLO	32910	32204	34900	23402
TESERO	1512387	1527118	1526888	1150088
TRENTO	6447233	6301690	6588192	4454981
VALLARSA	133112	132156	133406	90968
VARENA	27169	28936	25085	15103
VERMIGLIO	237294	260455	239518	181692
VEZZANO	169675	182550	192495	132975

* relativi al periodo gennaio-agosto

Figura 3.5: consumi annui di energia elettrica registrati presso gli impianti di depurazione gestiti dall'ADEP (parte 2 di 2).

3.3 Trasformazione agroalimentare

Le uniche due realtà produttive della Provincia di Trento che valorizzano i materiali organici di scarto originati dal proprio processo produttivo risultano essere le Organizzazioni:

- Menz&Gasser S.p.A., sede e stabilimento siti in Zona industriale di Novaledo. Gli scarti vengono valorizzati in un reattore anaerobico per la produzione di biogas e relativa cogenerazione. E' stato somministrato un questionario relativo agli scarti di produzione ed allo sfruttamento energetico; tuttavia, malgrado svariati solleciti e tentativi, l'azienda lo ha compilato solo parzialmente, negando i dati relativi alla produzione energetica.
  Si riportano di seguito alcuni dati dell'impianto a biogas aziendale, ottenuti in occasione dell'elaborazione del BAP (2012):
  - L'impianto è entrato in funzione nel settembre 2009
  - La matrice impiegata per la produzione del gas combustibile proviene dai lavaggi condotti nel processo produttivo
  - La potenza elettrica installata è pari a 125 kW_{el}
  - Uno scambiatore di calore per lo sfruttamento del cascame termico rende disponibili 160 kW_t; la maggior parte dell'energia prodotta viene sfruttata per il riscaldamento degli ambienti dello stabilimento di lavorazione; solo marginalmente si impiega il calore per il riscaldamento della biomassa, in quanto i lavaggi vengono effettuati a caldo (30-35° C)
  - La produzione media ammonta a 375.000 Nm^3 di biogas (dato 2011)
  - Il funzionamento dell'impianto si è attestato a circa 5900 h complessive nel corso del 2011; l'esercizio risulta limitato condizionato dalla logistica del processo produttivo, che influenza - limitandola - la disponibilità di matrice per la produzione del gas.
- Dolomiti Fruits Srl, sede e stabilimento presso la Loc. Campagna a Nanno, comune di Ville d'Anaunia. Gli scarti sono attualmente valorizzati in provincia di Bolzano, impiegandoli per la produzione di biogas e per fini agronomici, ma l'Azienda sta attraversando una fase di radicale trasformazione, che prevede una fusione ed un trasferimento dello stabilimento a Mezzocorona, dove saranno sfruttati direttamente gli scarti di produzione, il refluo differenziato con carico organico COD > 5.000 e lo scarto organico di origine animale dell'Azienda Hauser Carni.
  Il fabbisogno energetico di Dolomiti Fruits a Nanno attualmente è pari mediamente a 2.800 kW_t e 800 kW_{el} su 14 ore produttive al giorno per 5 giorni/settimana. Nel nuovo stabilimento di Mezzocorona il fabbisogno energetico sarà paragonabile a quello attuale, ma verrà esteso a più ore produttive settimanali. Per la sezione di cogenerazione verrà installato fin da subito un motore endotermico da 250 kW_{el} per coprire i fabbisogni termico ed elettrico.

Nota: in Provincia risulta esistere qualche caso di sfruttamento energetico degli scarti di produzione nel settore della distilleria, finalizzato alla copertura del fabbisogno di energia termica destinata al processo produttivo.

3.4 Trattamento dei reflui zootecnici

In Trentino risulta l'esistenza di sette impianti a biogas autorizzati per l'alimentazione a reflui zootecnici. A ciascuno è stato somministrato un questionario relativo alle matrici trattate ed all'energia prodotta e consumata. In aggiunta, è stato effettuato un sopralluogo presso

ciascun impianto, al fine di affiancare i proprietari nell'atto della compilazione e per prendere direttamente visione delle strutture e raccogliere osservazioni, spunti ed informazioni che possono emergere solamente in occasione di un contatto diretto. Si riportano ora le informazioni relative ai singoli impianti, seguite da una tabella riassuntiva in Figura 3.6.

Agrialp Bioenergy – Società Cooperativa agricola

- Localizzazione impianto: via Campagna Loc. Agnedo, comune di Castel Ivano.
- Azienda associata costituita da 10 soci
- Tipologia capi allevati: bovini da latte
- Tipologia e quantità di materiale alimentato: liquame/letame, circa 100 t/giorno (60 liq. + 40 sol.)
- Sezione di cogenerazione: motore endotermico da 299 kW_{el} di potenza installata
- Ore di funzionamento: 20.821 dal 16/6/2016 al 22/10/2018
- Energia elettrica prodotta (kW_{el}): 4.961.159 dal 16/6/2016 al 22/10/2018
- Autoconsumi elettrici: circa 11%
- Autoconsumi termici: cascame termico destinato ad uffici e riscaldamento della prevasca di alimentazione (no sfruttamento biogas in caldaia)

Cazzuffi Paolo

- Localizzazione impianto: via Giovanni Casarotti 4, Loc. Cogolo, comune di Pejo.
- Azienda singola
- Tipologia capi allevati: bovini da latte
- Tipologia e quantità di materiale alimentato: liquame, circa 8-10 m^3/giorno
- Sezione di cogenerazione: motore endotermico da 50 kW_{el} di potenza installata
- Avvio dell'impianto: aprile 2016
- Ore di funzionamento: circa 8.000 h/anno
- Energia elettrica prodotta (kW_{el}/anno): 330.000
- Energia immessa in rete (kW_{el}/anno): 280.000
- Autoconsumi termici: cascame termico destinato ad utenza interna (no sfruttamento biogas in caldaia)

Iori Fausto

- Localizzazione impianto: via Marazzone, comune di Bleggio Superiore.
- Azienda singola
- Tipologia capi allevati: conigli
- Tipologia e quantità di materiale alimentato: 12 m^3/giorno liquame + pollina, circa 3 m^3/giorno
- Sezione di cogenerazione: motore endotermico da 100 kW_{el} di potenza installata
- Avvio dell'impianto: febbraio 2017

- Ore di funzionamento: circa 4.000 h/anno
- Energia elettrica prodotta (kW_{el}/anno): 300.000
- Energia immessa in rete (kW_{el}/anno): 270.000
- Autoconsumi termici: cascame termico destinato ad utenza interna (no sfruttamento biogas in caldaia)

Azienda Agricola Maso San Biagio sas

- Localizzazione impianto: comune di Malè.
- Azienda singola
- Tipologia capi allevati: bovini da latte
- Tipologia e quantità di materiale alimentato: liquame/letame, circa 10 m^3/giorno
- Sezione di cogenerazione: motore endotermico da 50 kW_{el} di potenza installata
- Avvio dell'impianto: ottobre 2015
- Ore di funzionamento: circa 8.000 h/anno
- Energia elettrica prodotta (kW_{el}/anno): 280.000
- Energia immessa in rete (kWel/anno): 250.000 (tolti gli autoconsumi, pari a circa 11%)
- Autoconsumi termici: cascame termico destinato ad utenza interna (no sfruttamento biogas in caldaia)

Azienda Agricola Suini del Trentino

- Localizzazione impianto: Loc. Fontana Secca, comune di Ospedaletto.
- Azienda associata costituita da 2 soci
- Tipologia capi allevati: suini ciclo aperto
- Tipologia e quantità di materiale alimentato: liquame, circa 10-15 m^3/giorno
- Sezione di cogenerazione: motore endotermico da 150 kW_{el} di potenza installata
- Avvio dell'impianto: dicembre 2012
- Ore di funzionamento: 8.000 h/anno
- Energia elettrica prodotta (kW_{el}/anno): 1.309.610
- Energia immessa in rete (kW_{el}/anno): 1.143.170
- Autoconsumi termici: cascame termico destinato al riscaldamento della stalla

Azienda Agricola s. Giuliano

Malgrado i vari tentativi, l'azienda ha rifiutato di fornire i dati richiesti. I seguenti dati risalgono pertanto alle informazioni ottenute in sede di elaborazione BAP (2012).

- Localizzazione impianto: comune di Comano terme
- Azienda singola
- Tipologia capi allevati: bovini da latte
- Sezione di cogenerazione: motore endotermico da 250 kW_{el} di potenza installata (300 kW_t)

- Il funzionamento è iniziato ad aprile 2011 e si prevedeva di superare le 8000 h/anno di esercizio
- Autoconsumi termici: parte del gas prodotto (110 m^3/h) viene impiegato in azienda per la riduzione del contenuto idrico dei liquami
- Autoconsumi elettrici: circa 11% per i consumi del processo di digestione anaerobica

Azienda Berasi
Malgrado i vari tentativi, l'azienda ha rifiutato di fornire i dati richiesti. I seguenti dati risalgono pertanto alle informazioni ottenute in sede di elaborazione BAP (2012).

- Localizzazione impianto: Bleggio Superiore
- Azienda singola
- Tipologia capi allevati: bovini da latte
- Sezione di cogenerazione: motore endotermico da 250 kW_{el} di potenza installata (350 kW_t).

caratteristiche / posizione	tipo di materia prima trattata	quantità alimentata	potenza el. Installata dichiarata	produzione elettrica media annua (kWel)	produzione termica media annua teorica (kWth)	autoconsumi medi annui (kWel)	immissione in rete media annua (kWel)
Comunità Valsugana e Tesino	liquame/letame bovino (60/40%)	100 ton/g	299 kW	1.654.000	2.176.316	182.000	1.472.000
Comunità Valsugana e Tesino	liquame suino	10-15 m^3/g	150 kW	1.309.000	1.722.368	166.000	1.143.000
Comunità Valle di Sole	liquame bovino	8-10 m^3/g	50 kW	275.000	361.842	42.000	233.000
Comunità Valle di Sole	liquame/letame bovino	10 m^3/g	50 kW	264.000	347.368	29.000	235.000
Comunità delle Giudicarie	liquame cunicolo/pollina (80/20%)	15 m^3/g	100 kW	250.000	328.947	25.000	225.000
Comunità delle Giudicarie	reflui bovini (non precisati)	n.d.	250 kW	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Comunità delle Giudicarie	reflui bovini (non precisati)	n.d.	250 kW	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Figura 3.6: riepilogo dei dati di produzione, autoconsumo e immissione in rete di energia elettrica da biomasse zootecniche, nel triennio di riferimento e per comunità di valle. Note: l'energia prodotta è un dato medio annuo che deriva dalle dichiarazioni delle aziende stesse; l'energia termica prodotta è teorica, calcolata dai rendimenti ipotizzati per classe di cogeneratori, ed è utilizzata solo per alimentare la termofilia della reazione; per la produzione termica media annua teorica, si sono assunti un rendimento elettrico del 38% ed un termico del 50%.

3.5 Fanghi di processo industriale

Presso l'Organizzazione Novartis a Rovereto risulta funzionante un cogeneratore, attivo dal 2014. Il biogas che lo alimenta è ottenuto dalla digestione anaerobica dei fanghi di processo. I dati di produzione elettrica sono riportati nella Dichiarazione Ambientale EMAS 2018, presentati in tabella 3.3.

Essa viene immessa in rete, tenendo in considerazione che per autoconsumo elettrico viene impiegato circa l'8-10% della produzione totale. Il cascame termico è utilizzato per mantenere la temperatura di processo e per l'essiccazione dei fanghi prodotti. L'Organizzazione dichiara verbalmente di utilizzarlo praticamente tutto. Ipotizzando per il cogeneratore (motore endotermico) un rendimento elettrico del 38-40% ed un rendimento termico attorno al 40-42%, si può stimare conseguentemente la produzione termica.

Tabella 3.3: Produzione elettrica cogeneratore azienda Novartis, Rovereto.

Anno	**Produzione elettrica [MWh]**
2014 (anno di avvio)	1.182
2015	2.421
2016	2.174
2017	1.807
2018 Q1	780

Capitolo 4

Prodotti petroliferi per riscaldamento

Il Bollettino Petrolifero curato dal Ministero dello Sviluppo Economico riporta le vendite provinciali di benzina, gasolio, olio combustibile, GPL e oli lubrificanti. I dati sono pubblicati su base annuale e, dal 2015, anche su base mensile. Per la Provincia di Trento, i dati di interesse sono riportati nella tabella 4.1 e nel grafico in figura 4.1.

Tabella 4.1: elaborazione dati provinciali del *Bollettino Petrolifero*, MISE-DGSAIE, 2018. Valori espressi in tonnellate intere di combustibile venduto [t].

Tipologia	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**
Gasolio per riscaldamento	78.332	54.686	65.945	69.559
GPL bombole	3.133	3.054	2.909	2.880
GPL serbatoi	10.326	11.132	11.786	12.585
Totale	**91.791**	**68.872**	**80.640**	**85.024**

Una ripartizione precisa a livello comunale dei consumi di prodotti petroliferi sarebbe possibile se si disponesse dei dati che l'Agenzia delle Dogane raccoglie a fini fiscali. Purtroppo, quest'ultima ha rifiutato di fornire le informazioni richieste. Di conseguenza, vengono implementati due metodi per ripartire i consumi sulle comunità di valle. Il primo metodo prevede di utilizzare come base i dati sulla popolazione non metanizzata, mentre l'altro i dati degli impianti presenti nel SIRE. Alla fine delle elaborazioni, si determina che il primo metodo è inattendibile, e viene quindi scartato. Per future referenze, esso viene comunque mostrato in Appendice D Si riporta ora il metodo effettivamente utilizzato.

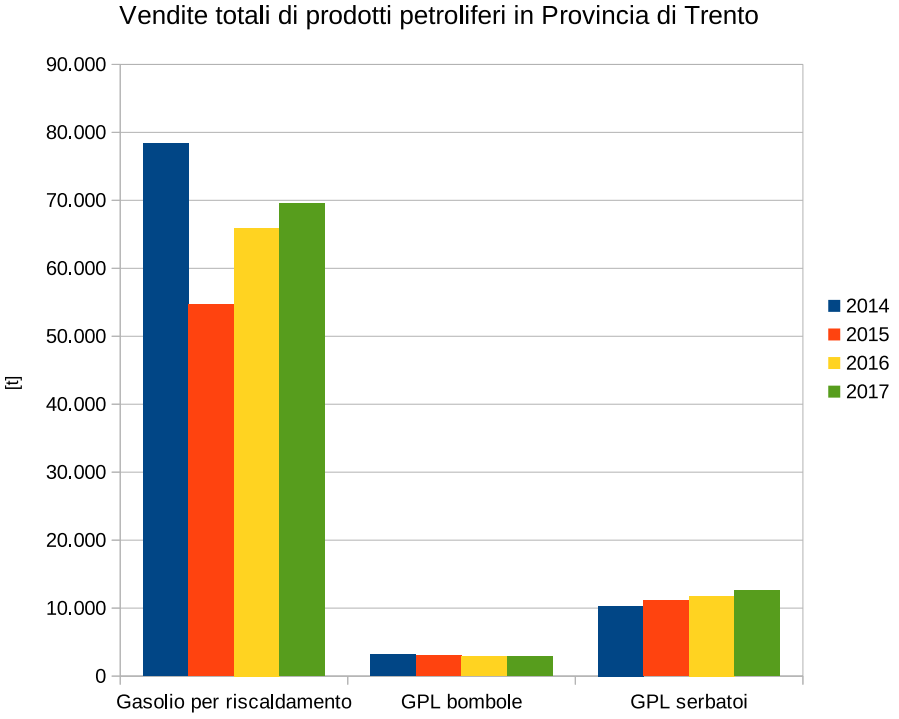


Figura 4.1: elaborazione dati provinciali del *Bollettino Petrolifero*, MISE-DGSAIE, 2018

4.1 Ripartizione in base agli impianti nel SIRE

Un metodo più raffinato utilizza i dati degli apparecchi registrati nel SIRE come base per ripartire i consumi di gasolio e GPL sulle comunità di valle. Si assume quindi che il database SIRE contenga un insieme statisticamente significativo di generatori, che rappresenti bene la situazione reale (ovvero che non contenga differenze nella stratificazione del campione). A questo proposito, si veda il Capitolo 10 nella Parte II.

Si descrive ora il procedimento per quanto riguarda il gasolio; l'intero processo andrà poi ripetuto per i generatori alimentati a GPL.

Si inizia estraendo la potenza nominale di targa (P_{inst}) dei generatori che utilizzano gasolio (o GPL) come combustibile, in ogni comunità di valle e per ogni anno. Ora, bisogna tenere conto della differenza di utilizzo per gli apparecchi installati in seconde case; si deve quindi calcolare la percentuale di abitazioni non occupate da persone residenti in rapporto alle abitazioni totali. Questo parametro, chiamato NR, va determinato per ogni comunità di valle. Si utilizzano i dati del "Censimento ISTAT della popolazione e delle abitazioni 2011", ma questa fonte dati non fornisce ulteriori informazioni riguardo il motivo di non utilizzo delle seconde case. Si passa quindi ad utilizzare i dati dell'Annuario ISPAT 2011, che riporta il numero di seconde case e di alloggi privati utilizzati per ferie e turismo.[1] Si ottiene così la percentuale totale di abitazioni non occupate da persone residenti (NR, da ISTAT), la percentuale di abitazioni non occupate da persone residenti e usate per turismo (NR_{turis}, da ISPAT) e la percentuale di abitazioni non occupate da persone residenti per altri motivi (NR_{altro}, per differenza).

E' ora necessario stimare la percentuale di consumo delle abitazioni non occupate rispetto a quelle occupate da residenti. Si inizia con le abitazioni non occupate perchè utilizzate per

[1] Per seconda casa s'intende l'abitazione di proprietà di persona non residente in loco, utilizzata per le vacanze del proprietario stesso e della sua famiglia. Per alloggio privato s'intende un alloggio (camera, appartamento, villa) che viene affittato ai turisti per soggiorni temporanei.

turismo, sia dai rispettivi proprietari ("seconde case") che affittate. La stagione turistica invernale viene considerata di 90 giorni. Grazie ai dati dell'Annuario ISPAT 2011, si può calcolare il numero medio di notti trascorse in ogni abitazione: si divide il numero di presenze turistiche registrate per il numero di posti letto (tutto riferito ad una comunità di valle). Estendendo il calcolo a tutta la Provincia, si trova che mediamente le abitazioni utilizzate per vacanza vengono sfruttate per 46 notti, corrispondenti al 51% della stagione turistica invernale. Assumendo che, al di fuori della stagione turistica invernale, la casa non venga utilizzata o venga utilizzata senza accendere l'impianto di riscaldamento (come nella stagione turistica estiva), si assegna alle abitazioni non occupate per turismo un consumo approssimato pari al 50% di quello imputato alle case occupate da persone residenti. Ciò è in accordo anche con altre pubblicazioni [1][2]. Alle seconde case non occupate per altri motivi si assegna un consumo pari al 30% di quello imputato alle case occupate da persone residenti, in accordo a [1].

Per la *i-esima* comunità di valle, si calcola quindi un parametro chiamato *potenza efficace*, P_{eff}, intesa come la potenza che realisticamente concorre ai consumi di combustibile:

$$P_{eff,i} = P_{inst,i} \cdot [(1 - NR_i) + NR_{turis,i} \cdot 0,5 + NR_{altro,i} \cdot 0,3]. \tag{4.1}$$

A questo punto, si calcola la percentuale di potenza efficace imputata alla *i-esima* comunità di valle, in rapporto alla potenza totale efficace di tutto il Trentino ($P_{eff,tot}$, somma di ogni comunità):

$$P_{eff,i,\%} = \frac{P_{eff,i}}{P_{eff,tot}} \cdot 100. \tag{4.2}$$

Questa percentuale di potenza efficace (in rapporto alla potenza totale efficace di tutto il Trentino), si assume uguale alla percentuale di prodotto venduto in quella comunità di valle in rapporto alle vendite di tutto il Trentino.

Ecco dunque che si moltiplica $P_{eff,i,\%}$ per la quantità di gasolio (o GPL) venduta sulla totalità del territorio provinciale (il dato MISE), ottenendo la quantità di gasolio (o GPL) venduta in quella comunità. Il risultato è mostrato in forma di grafico per tutte le comunità di valle, in figura 4.2 per il gasolio e in figura 4.3 per il GPL.

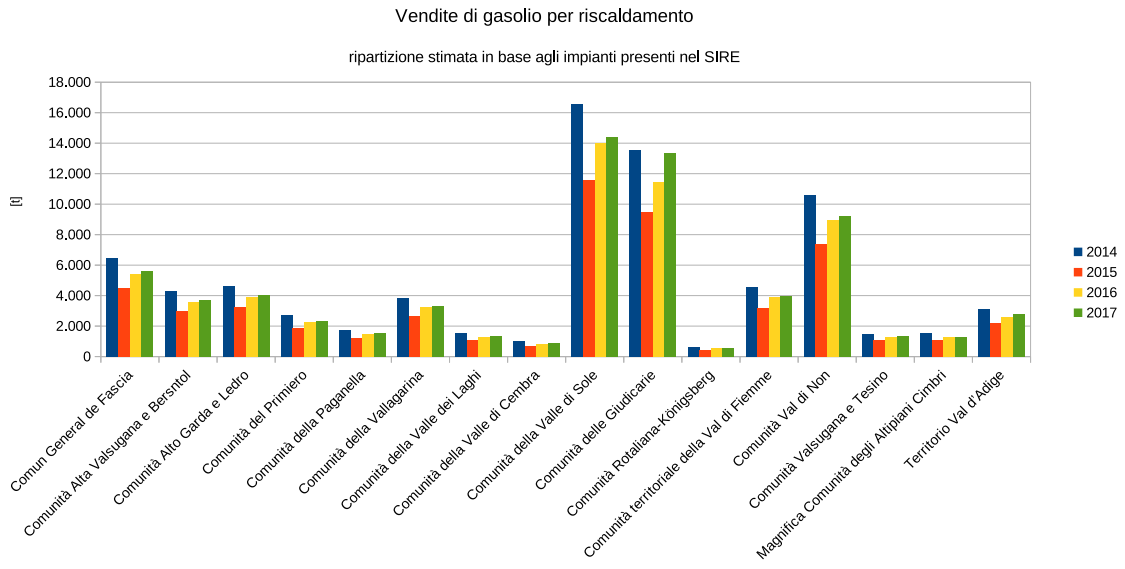


Figura 4.2: elaborazione dati provinciali del *Bollettino Petrolifero*, MISE-DGSAIE

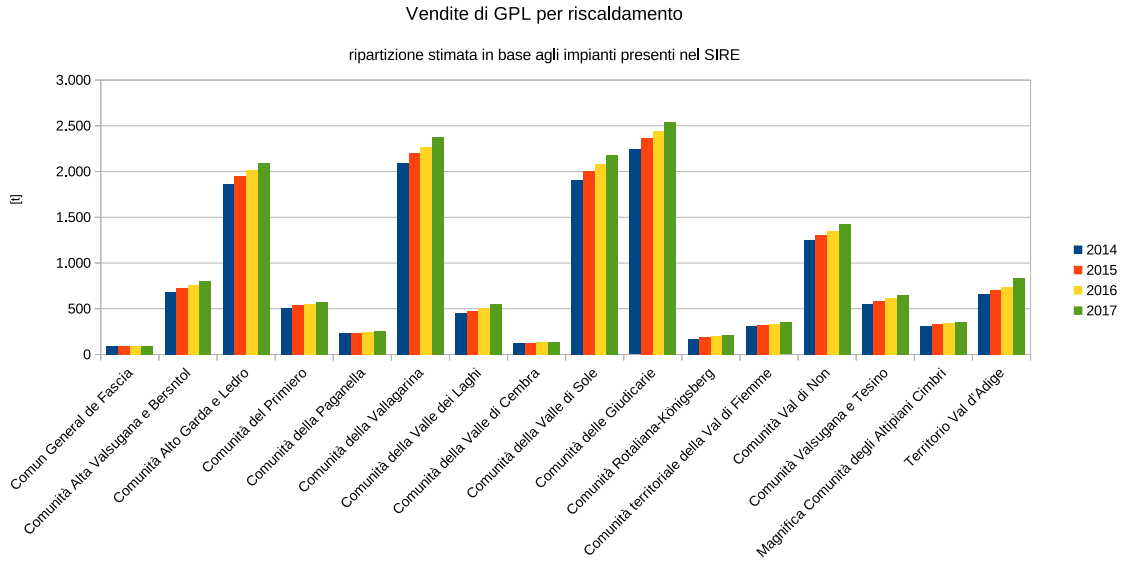


Figura 4.3: elaborazione dati provinciali del *Bollettino Petrolifero*, MISE-DGSAIE, 2018

Capitolo 5

Energia elettrica

a cura dell'ing. B. Nodari

Terna Rete Elettrica Nazionale S.p.a. in qualità di gestore della rete nazionale pubblica annualmente i dati di consumo di energia elettrica per tutte le regioni e provincie italiane; l'ufficio statistico di Terna, inserito nel Sistan (Sistema Statistico Nazionale) ha il compito per legge di elaborare le statistiche ufficiali dell'intero settore elettrico nazionale con contestuale responsabilità di comunicazione in vece del Ministero delle statistiche ufficiali agli organismi internazionali come Eurostat, IEA, OCSE, ONU. Terna pubblica in modo aperto e fruibile le seguenti principali informazioni statistiche:

- **Dati statistici**: edizioni dell'annuario "Dati statistici sull'energia elettrica in Italia" elaborato dall'Enel fino al 1998 e fino al 2004 dal GRTN;
- **Consumi di energia elettrica per codice merceologico**: serie storiche analitiche dei consumi di energia elettrica dal 1977 al 2014 a livello nazionale, provinciale e regionale, disaggregati classificazione Istat Ateco 95 (a due cifre);
- **Bilanci dell'energia elettrica**: a livello nazionale e regionale, secondo una classificazione accettata a livello internazionale;
- **Dati storici**: bilancio elettrico e alcuni indicatori energetico-elettrici italiani a partire dal 1883 (per quanto disponibile);
- **Confronti internazionali**: consistenza degli impianti di produzione, bilanci elettrici di alcuni Paesi e i relativi indicatori socio-economici.

Statistiche del settore elettrico - Nota metodologica

La rilevazione dei "Dati statistici sull'energia elettrica in Italia" avviene fin dal 1963 con periodicità annuale e viene effettuata in forma elettronica a partire dal 2000; è una rilevazione di tipo censuario e attualmente riguarda circa 2.500 Operatori Elettrici Nazionali (di cui circa 160 distributori) che forniscono dati di produzione e consumo di energia elettrica. La rilevazione vede la compartecipazione dell'Ufficio Statistico del GSE che si occupa degli impianti con potenza fino a 200 kW e dell'intero settore fotovoltaico.

Le rilevazioni previste nel Programma Statistico Nazionale interessano attualmente circa 4.500 operatori del settore elettrico, divisi tra produttori e distributori, e forniscono un quadro completo dell'energia elettrica in Italia.

A partire dall'edizione del 2000 è stata utilizzata una nuova metodologia di acquisizione dei dati, attraverso un'applicazione dedicata sul web (GSTAT) con accesso riservato agli addetti alle statistiche del settore elettrico.

Tale caricamento avviene attraverso pagine web accessibili solo da utenti abilitati all'utilizzo del sistema GSTAT e appartenenti alle seguenti categorie:

- Operatori Elettrici (produttori e distributori)
- Utenti Interni all'Ufficio Statistico.

I dati oggetto della rilevazione, comunicati dagli Operatori Elettrici, riguardano:

- dati caratteristici dell'impianto: denominazione, ubicazione, tipologia, combustibile utilizzato e relativi dati caratteristici, data entrata in esercizio dell'impianto, dati di potenza, tensione di collegamento alla rete, producibilità;
- dati di produzione e consumo: produzione di elettricità lorda e netta: servizi ausiliari, consumi di combustibile, calore prodotto (per impianti di cogenerazione), autoconsumo, produzione immessa in rete, consumi da pompaggio, consumi (per codice ATECO 95 e provincia).

Una volta avvenuta la comunicazione dei dati, questi vengono sottoposti a processi di validazione puntuale e globale (anche rispetto ad altri archivi informativi del gruppo Terna) da parte del personale dell'Ufficio Statistico e, solo dopo aver superato tutti i controlli di qualità, il dato entra a far parte, in forma aggregata, della pubblicazione "Dati statistici sull'energia elettrica in Italia".

Statistiche del settore elettrico - dati generali

Si riportano nelle figure da 5.1 a 5.9 i dati Terna relativi ai consumi divisi per macro settori e alla produzione di energia elettrica suddivisi per fonti in riferimento al periodo 2014-2017.

Settore	2014	2015	2016	2017
Agricolatura	73,9	86,6	82,2	78,9
Industria	1.456,0	1.528,0	1.506,3	1.476,1
Terziario	1.000,2	1.031,6	1.030,0	1.048,7
Trasporti	82,9	95,7	114,0	108,7
Civile (Domestico/Residenziale)	618,6	588,2	589,5	591,5
totale	**3.231,6**	**3.330,1**	**3.322,0**	**3.303,9**

Figura 5.1: Energia Elettrica totale consumata per settore per la Provincia Autonoma di Trento: dati TERNA, 2018. Unità di misura: GWh.

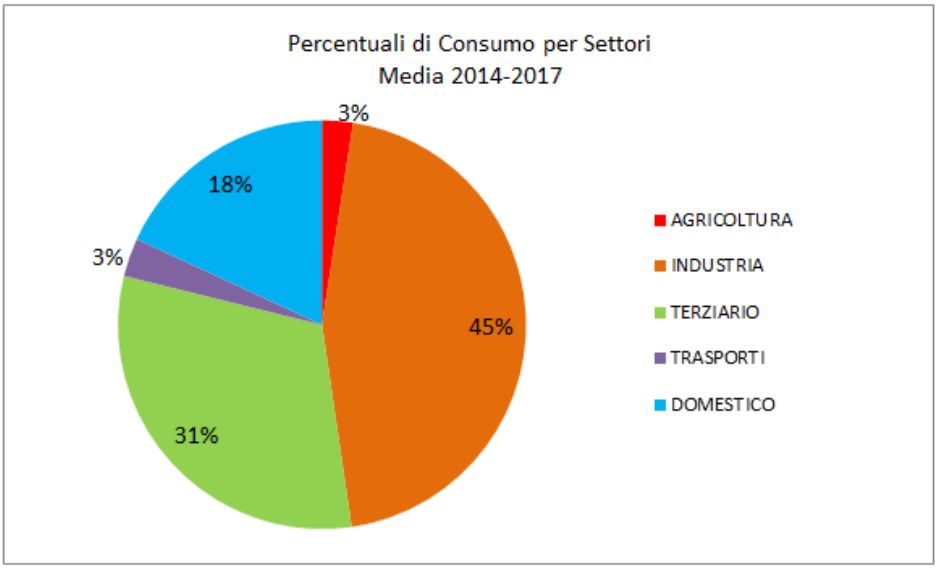


Figura 5.2: Ripartizione percentuale dei consumi totali di energia elettrica della Provincia Autonoma di Trento, per il periodo di riferimento (origine dati TERNA, 2018).

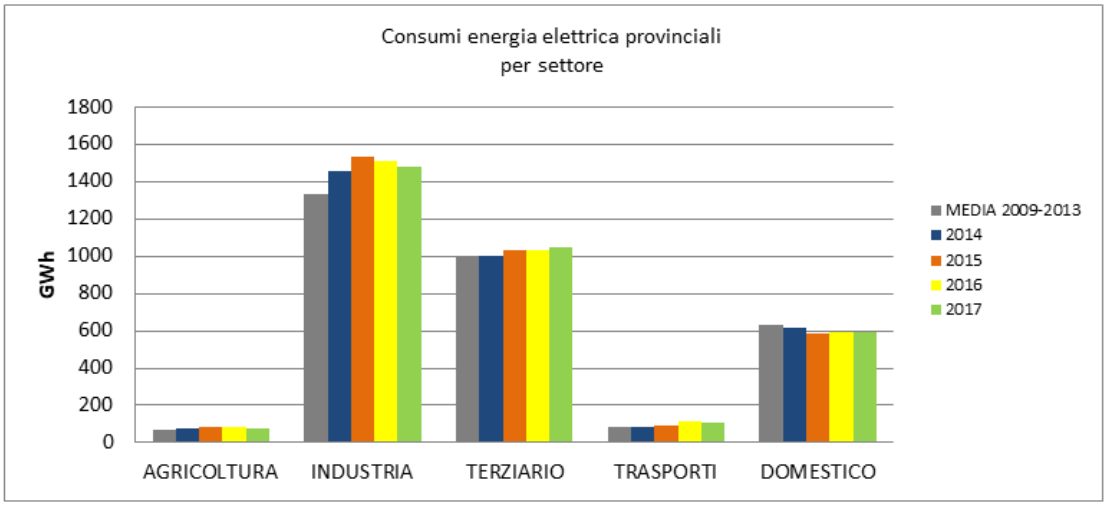


Figura 5.3: Consumi totali di energia elettrica della Provincia Autonoma di Trento per settore, per il periodo di riferimento (origine dati TERNA, 2018) e per la media dei 5 anni precedenti.

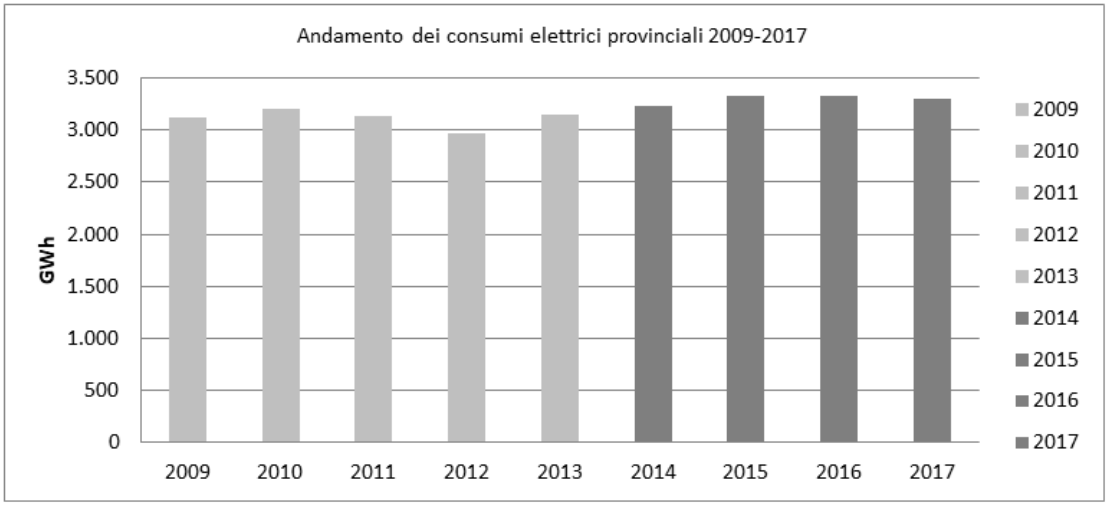


Figura 5.4: Consumi totali di energia elettrica della Provincia Autonoma di Trento 2009-2017.

Fonte	Rinnovabile	Tradizionale	Totale
Idrica	5.571,20	28,43	5.599,63
Termoelettrica Tradizione	0,00	861,43	861,43
Termoelettrica Biomasse	40,00	0,00	40,00
Eolica	0,002	0,00	0,002
Fotovoltaica	159,02	0,00	159,02
Totale	**5.770,22**	**889,86**	**6.660,08**

Figura 5.5: Produzione Netta di Energia Elettrica anno 2014 differenziata per fonte per la provincia autonoma di Trento: dati TERNA. Unità di misura: GWh.

Fonte	Rinnovabile	Tradizionale	Totale
Idrica	3.121,3	22,50	3.143,80
Termoelettrica Tradizione	0,00	932,80	932,80
Termoelettrica Biomasse	39,10	0,00	39,10
Eolica	0,00	0,00	0,00
Fotovoltaica	173,4	0,00	173,40
Totale	**3.333,80**	**955,30**	**4.289,10**

Figura 5.6: Produzione Netta di Energia Elettrica anno 2015 differenziata per fonte per la provincia autonoma di Trento: dati TERNA. Unità di misura: GWh.

Fonte	Rinnovabile	Tradizionale	Totale
Idrica	3.218,40	32,60	3.251
Termoelettrica Tradizione	0,00	950,90	950,90
Termoelettrica Biomasse	41,10	0,00	41,10
Eolica	0,00	0,00	0,00
Fotovoltaica	176	0,00	176
Totale	**3.435,50**	**983,50**	**4.419**

Figura 5.7: Produzione Netta di Energia Elettrica anno 2016 differenziata per fonte per la provincia autonoma di Trento: dati TERNA. Unità di misura: GWh.

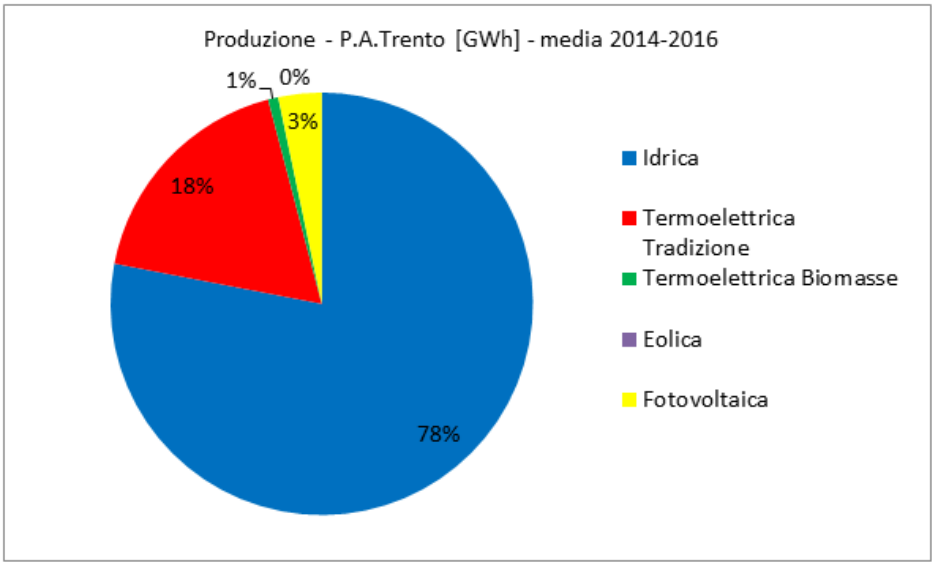


Figura 5.8: Ripartizione percentuale della produzione di energia elettrica per fonte della Provincia Autonoma di Trento, per il periodo di riferimento.

Fonte	n°Impianto/Sezione			
	2014	2015	2016	2017
Idrica	209	235	248	268
Termoelettrica RINNOVABILI	14	31	33	37
Termoelettrica NON RINNOVABILI	60	50	67*	84
Eolica	5	10	10	9
Fotovoltaica	14.183	14.794	15.403	15.919

*dato mancante: si ipotizza valore medio rispetto al 2015 e 2017

Figura 5.9: Numero di impianti di produzione di energia elettrica differenziato per fonte per la provincia autonoma di Trento: dati TERNA/ISPAT.

5.1 Reti di distribuzione - Consumi

L'Autorità di regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) presenta nei suoi DataBase gli elenchi di tutti gli operatoti correlati ai mercati di Energia Elettrica e Gas Naturale: a fronte di estrazione dei dati si è preso atto che nella Provincia Autonoma di Trento in riferimento agli anni di indagine erano attivi 16 distributori di energia elettrica cui APRIE ha richiesto i dati di consumo e produzione (ove reperibili) discretizzati per comunità di valle e per settore Istat/fonte. L'elenco dei distributori è visibile nella tabella di figura 5.11.

Si sottolinea che, nonostante il database di ARERA indichi ancora presente come distributore ENEL Distribuzione S.p.a., già nel 2012 era avvenuto un passaggio della rete, degli impianti e del relativo servizio di distribuzione da ENEL Distribuzione S.p.A. a SET Distribuzione S.p.a.: la prima esce quindi dal settore della distribuzione provinciale.

SET Distribuzione S.p.A., A.I.R. S.p.A. e STET S.p.A. hanno fornito i dati per singola voce ISPAT, rilasciando alla nostra elaborazione la suddivisione in macro aree di settore, mentre i distributori rimanenti hanno suddiviso internamente i consumi per i settori indicati. La SET Distribuzione S.p.A. è una società di servizio sovra comunale che ha la responsabilità diretta di gestione, sulla base dei dati al 1° gennaio 2012:

- del 76% del totale degli utenti del servizio di distribuzione dell'energia elettrica;
- del 78% delle reti di bassa e media tensione a servizio della distribuzione della Provincia.

A livello quantitativo si sottolinea come al 2012 il numero totale di utenze BT e MT sul territorio provinciale fosse di 392.188 utenze aumentate negli ultimi anni anche a fronte della cessione di attività da parte di STET S.p.a e Comune di Isera nel 2017; si veda la tabella in figura 5.10. Vista la numerosità di utenze coperte da SET Distribuzione S.p.A. si ritiene che la metodologia di ripartizione possa essere considerata uniforme.

anno	Numero utenti – SET Distribuzione S.p.a.
2015	309.821
2016	310.244
2017	310.868

Figura 5.10: Tabella numero di utenze connesse a SET Distribuzione. Fonte dati: https://www.set.tn.it/content/dati-sintetici .

I consumi sono stati raggruppati per comunità di valle, mantenendo la differenziazione per tipologia di utenza e anno. Il risultato è sintetizzato nella tabella allegata in Appendice F, contenente i MWh per ogni anno, tipologia di utenza e comunità di valle.

Si specifica che:

- i settori agricolo e civile (terziario e residenziale) come desunti a partire dalla raccolta dati dei distributori arrivano a coprire oltre il 90% del consumo imputato da Terna al medesimo settore;
- il valore riferito ai trasporti è superiore a quello indicato da Terna: pur essendo nota la metodologia di classificazione Terna (come da nota metodologica) vista la commistione di plurimi soggetti (distributori) si ipotizza che alcuni consumi imputati a ausiliari del sistema trasporti siano invece stati imputati da Terna alla voce "altro Terziario". Si specifica infatti che i dati forniti da SET Distribuzione S.p.a., Azienda Reti Elettriche S.r.l. ed STET S.p.a. - Servizi Territoriali Est Trentino siano stati codificati su classificazione "similare" (non del tutto coincidente) alla ISTAT 1991 e che alcuni consumi del terziario siano difficilmente unificabili in una voce;
- il settore industriale approvvigiona da rete solo il 53% del consumo rilevato da Terna. Si ipotizza che una sensibile parte dei consumi mancanti siano compensati da autoproduzione (per maggiori informazioni si rimanda al Capitolo 13.)

Distributore	Comunità di Valle
AZIENDA RETI ELETTRICHE S.R.L.	Comunità del Primiero Comunità territoriale della Val di Fiemme Comunità Valsugana e Tesino
ALTO GARDA SERVIZI SPA	Comunità Alto Garda e Ledro
COMUNI SELLA GIUDICARIE	Comunità delle Giudicarie
CONSORZIO ELETTRICO DI POZZA DI FASSA	Comun General de Fascia
CONSORZIO ELETTRICO INDUSTRIALE DI STENICO S.C.	Comunità delle Giudicarie
SET DISTRIBUZIONE S.P.A.	Comun General de Fascia Comunità Alta Valsugana e Bersntol Comunità Alto Garda e Ledro Comunità del Primiero Comunità della Paganella Comunità della Vallagarina Comunità della Valle dei Laghi Comunità della Valle di Cembra Comunità della Valle di Sole Comunità delle Giudicarie Comunità Rotaliana-Königsberg Comunità territoriale della Val di Fiemme Comunità Val di Non Comunità Valsugana e Tesino Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri Territorio Val d'Adige
COMUNE DI CASTELLO - MOLINA DI FIEMME (AZ.ELETTR.COMUNALE MOLINA)	Comunità territoriale della Val di Fiemme
COMUNE DI CAVALESE - AEC	Comunità territoriale della Val di Fiemme
A.I.R. - AZ. INTERCOMUNALE ROTALIANA S.P.A.	Comunità Rotaliana-Königsberg Comunità Val di Non Comunità della Paganella
COMUNE DI ANDALO	Comunità della Paganella Comunità della Valle dei Laghi Comunità Rotaliana-Königsberg
COMUNE DI MOLVENO - AZIENDA ELETTRICA COMUNALE	Comunità della Paganella
CONSORZIO PER I SERVIZI TERRITORIALI DEL NOCE - STN VAL DI SOLE	Comunità della Valle di Sole
ASM TIONE - AZIENDA SERVIZI MUNICIPALIZZATI	Comunità delle Giudicarie
CONSORZIO ELETTRICO DI STORO SOCIETA' COOPERATIVA	Comunità delle Giudicarie Comunità Alto Garda e Ledro
STET SPA - SERVIZI TERRITORIALI EST TRENTINO	Comunità Alta Valsugana e Bersntol
COMUNE DI ISERA	- non pervenuto -

Figura 5.11: Tabella corrispondenza Distributori e Comunità di valle. Fonte dati: Elenco distributori ARERA. Correlazione: elaborazione su dati pervenuti da Distributori.

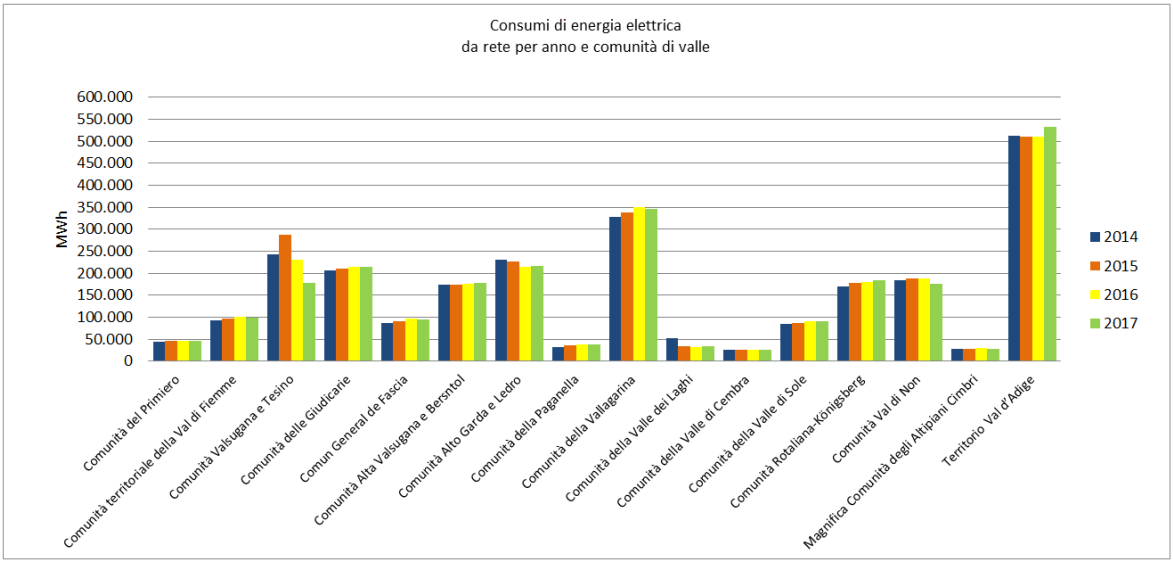


Figura 5.12: consumi elettrici da rete per comunità di valle [MWh].

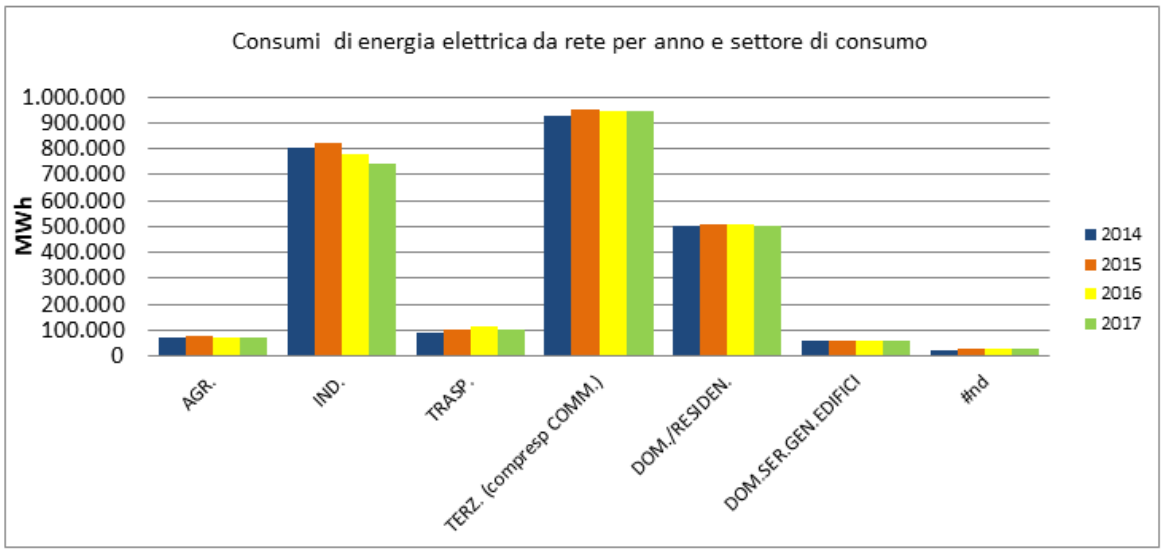


Figura 5.13: consumi elettrici da rete per settore [MWh].

CONSUMI DERIVATI DA DATI DISTRIBUTORI [GWh]

anno	AGRICOLTURA	INDUSTRIA	TERZIARIO		DOMESTICO		#nd	totale PAT
			TRASPORTI	ALTRO TERZIARIO	RESIDENZIALE	SERVIZI GENERALI EDIFICI		
2014	69,03	809,30	87,17	939,07	508,56	59,53	24,38	2.497,05
2015	77,45	825,57	99,80	961,08	510,61	59,52	25,92	2.559,96
2016	73,49	785,44	113,42	956,74	509,74	59,07	27,03	2.524,92
2017	70,48	750,93	105,12	963,95	509,58	59,84	25,89	2.485,78
MEDIA	72,61	792,81	101,38	955,21	509,62	59,49	25,81	2.516,93

TERNA [GWh]

anno	AGRICOLTURA	INDUSTRIA	TERZIARIO		DOMESTICO		#nd	totale PAT
			TRASPORTI	ALTRO TERZIARIO	RESIDENZIALE	SERVIZI GENERALI EDIFICI		
2014	73,90	1.456,00	82,90	1.000,20	556,90	61,70	0,00	3.231,60
2015	86,60	1.528,00	95,70	1.031,60	526,90	61,30	0,00	3.330,10
2016	82,20	1.506,30	114,00	1.030,00	527,00	62,50	0,00	3.322,00
2017	78,90	1.476,10	108,70	1.048,70	525,30	66,20	0,00	3.303,90
MEDIA	80,40	1.491,60	100,33	1.027,63	534,03	62,93	0,00	3.296,90
%	90%	53%	101%	93%	95%	95%	-	76%

Figura 5.14: consumi elettrici da rete per settore come elaborati a partire dai dati dei distributori, consumi per settore come indicati da Terna e rapporto percentuale dei valori medi.

5.2 Reti di distribuzione - Produzione

La situazione della generazione dell'energia elettrica interna alla provincia è variegata sia per quel che riguarda la tipologia di fonte che per la tipologia di utenza.

La diversificazione delle fonti è anche correlata ad una rilevante differenza di utilizzo delle stesse. La fonte primaria di produzione è l'idroelettrica che vede le grandi concessioni principalmente intestate a produttori e venditori di energia, tra tutti in primis il Gruppo Dolomiti Energia con 1,2GW installati nella provincia a fronte di 1,6GW complessivamente installati.
In riferimento alla produzione di energia erano stati richiesti ai distributori dati riferiti a:

- produzione elettrica, immissione elettrica in rete, numero impianti e potenze per ogni comunità di valle per gli impianti da fonte solare;
- produzione elettrica per comunità di valle per gli impianti da fonte eolica, idroelettrica, biomassa e tradizionale.

A fronte di questa richiesta sono pervenuti dati difficilmente associabili in quanto i dati di produzione degli impianti sono visionabili ai distributori solo in caso lo stesso sia titolare dell'impianto e/o tale impianto sia incentivato in qualche forma in base alla produzione dello stesso e/o l'utenza sia stata dotata di contatore tele-leggibile di produzione.

È quindi stata fatta una richiesta parallela a TERNA che ha fornito i dati di produzione, immissione e autoconsumo delle fonti idroelettrica, bioenergie, termoelettrica tradizionale e eolica permettendo quindi un dato certo.

La fonte fotovoltaica, per cui la raccolta dati dai distributori ha portato a dati compatibili con i dati Terna dichiarati in relazione annuale, ha permesso di stimare la produzione: si rimanda al Capitolo 12.

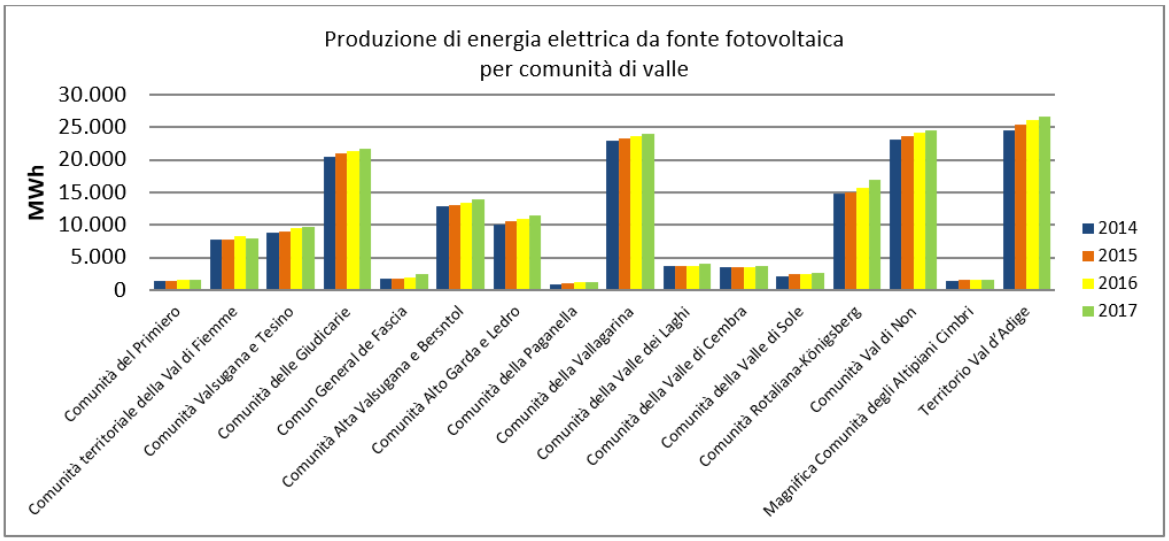


Figura 5.15: Produzione di energia elettrici per comunità di valle per fonte fotovoltaica [MWh]. Fonte: elaborazione su dati distributori e dati Terna.

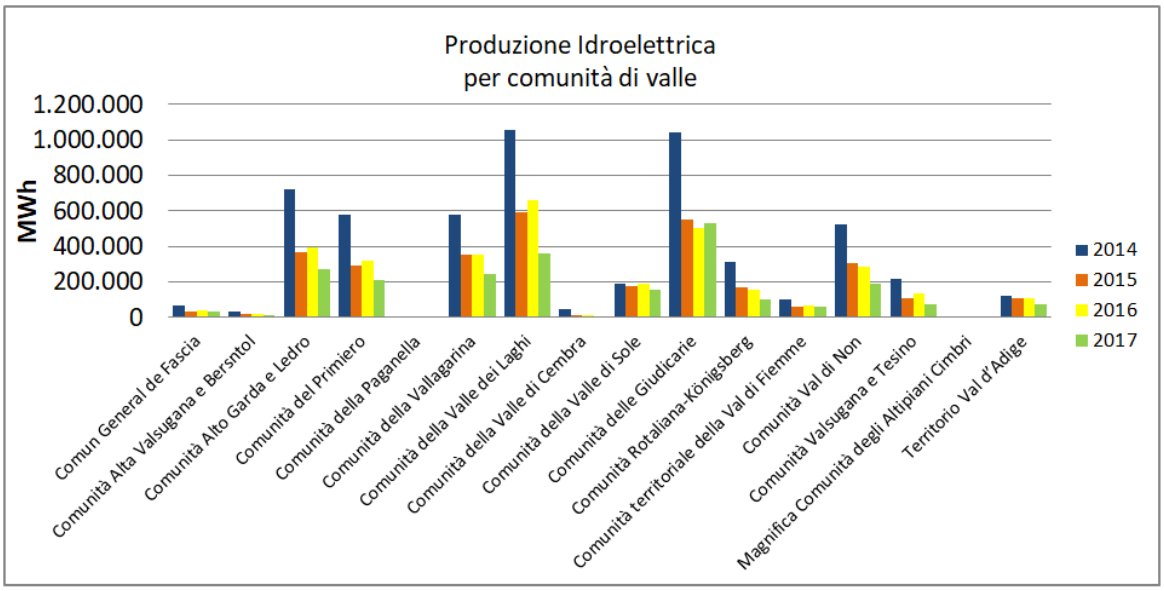


Figura 5.16: Produzione di energia elettrici per comunità di valle per fonte Idroelettrica [MWh]. Fonte: elaborazione su dati distributori e dati Terna.

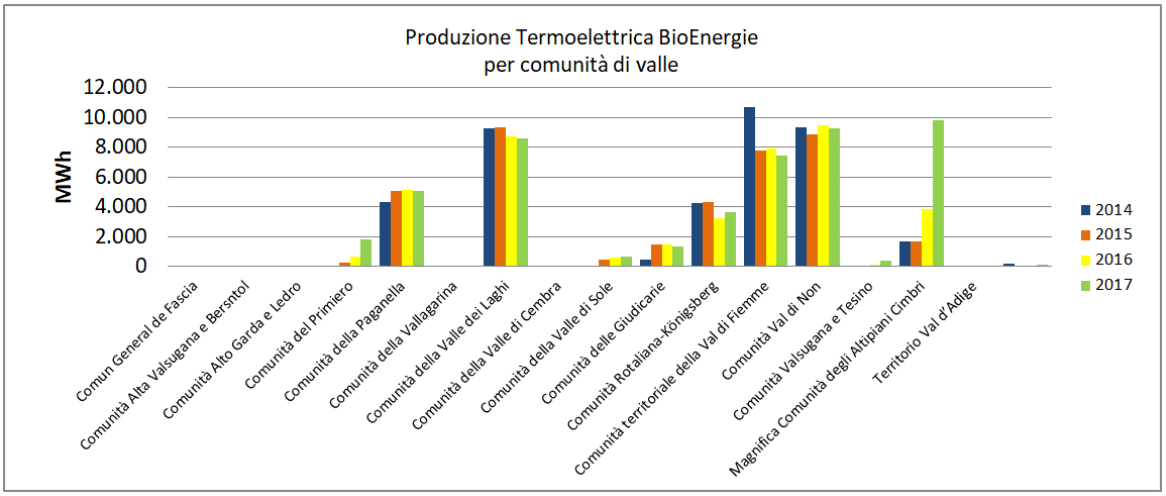


Figura 5.17: Produzione di energia elettrici per comunità di valle da BioEnergie [MWh]. Fonte: elaborazione su dati distributori, interviste Fondazione Mach e dati Terna.

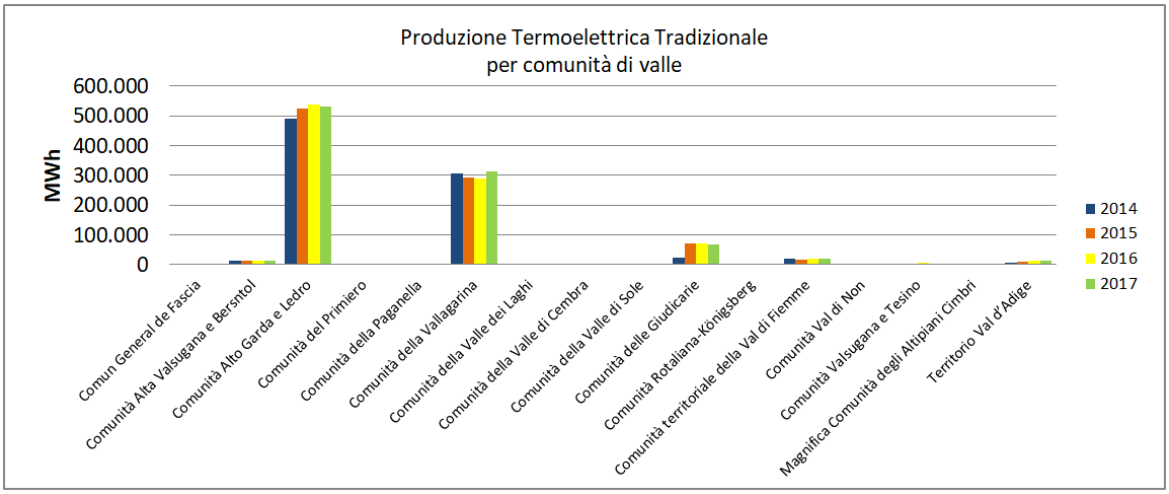


Figura 5.18: Produzione di energia elettrici per comunità di valle da fonte termoelettrica non rinnovabile [MWh]. Fonte: elaborazione su dati distributori e dati Terna.

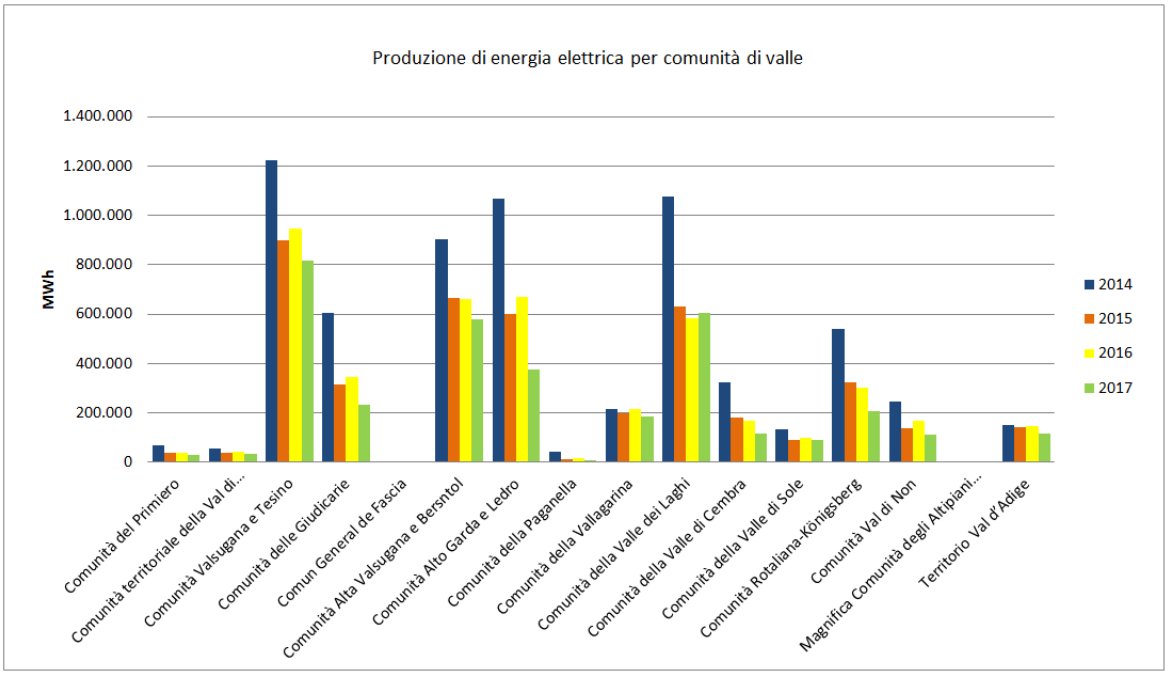


Figura 5.19: Produzione di energia elettrici per comunità di valle [MWh]. Fonte: elaborazione su dati distributori, interviste Fondazione Mach e dati Terna.

Capitolo 6

Carburanti per trasporti

a cura dell'ing. B. Nodari

Il Bollettino Petrolifero curato dal Ministero dello Sviluppo Economico, come già indicato al Capitolo 4, riporta le vendite provinciali di benzina, gasolio, olio combustibile, GPL e oli lubrificanti. Nel suddetto Capitolo 4 sono stati riportai i soli consumi riferiti al solo uso per riscaldamento: i dati annuali per i consumi da autotrazione per la Provincia di Trento sono ora riportati nella tabella in figura 6.1 e nel grafico in figura 6.2.

Il Bollettino Petrolifero non contempla il metano per autotrazione privata. I relativi dati sono stati quindi ottenuti dal Servizio Commercio, e sono riportati in Tabella 6.1.

Anni	Benzina			Gasolio motori			GPL
	Rete ordinaria	Rete autostradale	Extra-rete	Rete ordinaria	Rete autostradale	Extra-rete	
2014	66.931	2.757	12.899	140.602	10.785	202.999	10.352
2015	65.653	2.704	14.333	144.170	10.730	136.606	10.399
2016	62.719	2.567	15.714	143.262	9.704	134.136	9.002
2017	52.887	2.495	14.445	123.115	9.305	165.689	8.420

Figura 6.1: Elaborazione dati provinciali del Bollettino Petrolifero, MISE-DGSAIE in riferimento ai soli consumi per autotrazione. Unità di misura: tonnellate.

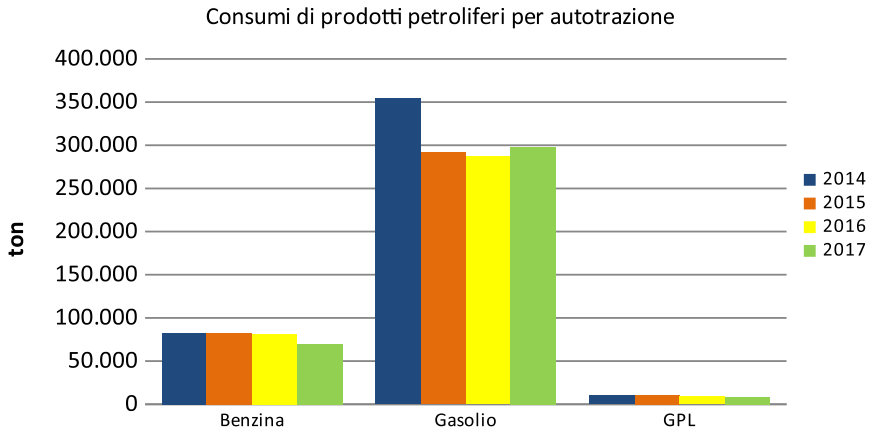


Figura 6.2: Elaborazione dati provinciali del Bollettino Petrolifero, MISE-DGSAIE in riferimento ai soli consumi per autotrazione.

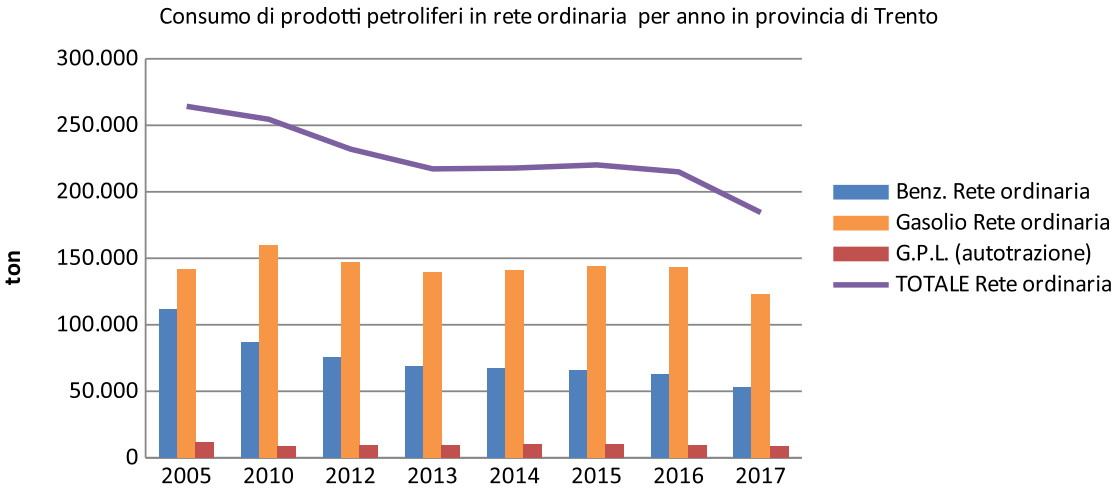


Figura 6.3: Elaborazione dati provinciali del Bollettino Petrolifero, MISE-DGSAIE in riferimento ai soli consumi per autotrazione – rete ordinaria. Si ipotizza il consumo di GPL del tutto imputabile alla rete ordinaria.

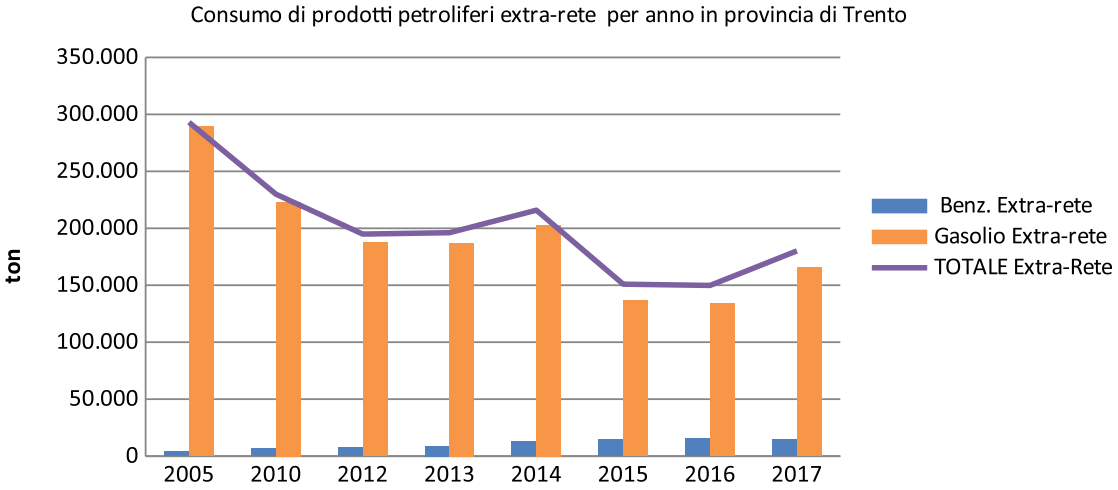


Figura 6.4: Elaborazione dati provinciali del Bollettino Petrolifero, MISE-DGSAIE in riferimento ai soli consumi per autotrazione – extra rete.

Tabella 6.1: Gas metano per autotrazione privata, totale provinciale. Dati Servizio Commercio, 2018. Fattore di conversione tep-smc: 0.000819 [tep/smc].

anno	**smc**	**tep**
2014	3.708.043	3.037
2015	1.942.952	1.591
2016	5.164.242	4.230

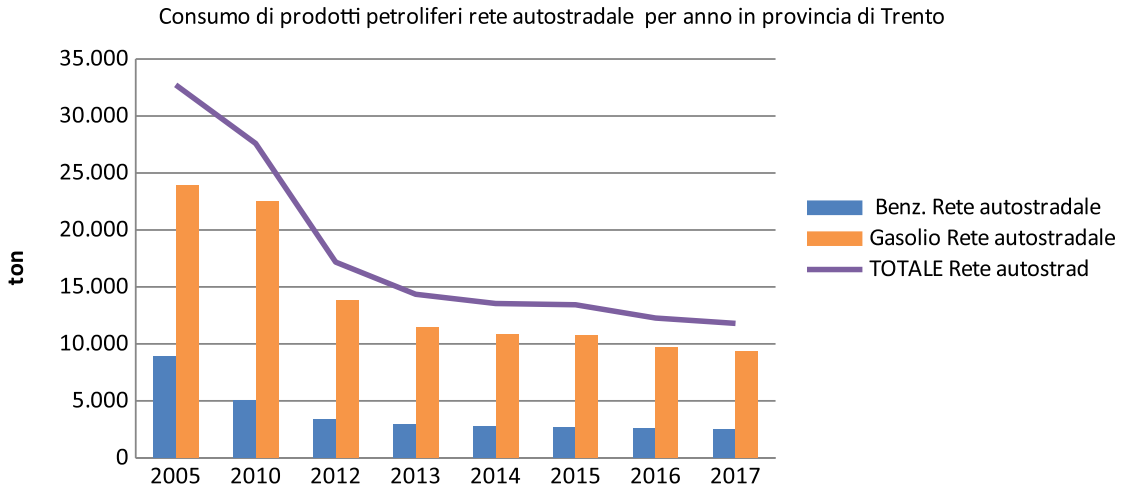


Figura 6.5: Elaborazione dati provinciali del Bollettino Petrolifero, MISE-DGSAIE in riferimento ai soli consumi per autotrazione – rete autostradale.

6.1 Trasporto pubblico

La Trentino Trasporti ha fornito i dati relativi al servizio di mobilità cui è responsabile per permettere un focus sul trasporto pubblico: sono stati raccolti i dati dei combustibili e di tutti i vettori energetici utilizzati per gli anni 2014-2015-2016 e 2017.

Si riportano di seguito i quantitativi relativi alla sola parte dei consumi direttamente correlata al servizio di trazione: sono esclusi i consumi "ausiliari" quali il riscaldamento e l'energia elettrica di officine e uffici. Nella tabella di Figura 6.6 si riportano i consumi per i diversi anni suddivisi tra Trasporto Ferroviario e Trasporto Autoservizio – funivia, mentre nella Figura 6.7 si riportano i consumi per vettore energetico dei diversi anni.

settore	vettore	Quantità contabile				u.m.
		2014	2015	2016	2017	
Autoservizio - funivia	Gasolio autotrazione*	7.734.764	7.689.145	7.778.496	8.018.942	lt
	Metano autotrazione	865.703	1.032.663	989.034	953.493	kg
	Benzina autotrazione	289	512	535	225	lt
	Idrogeno autotrazione	164,15	0,00	0,00	0,00	kg
	Energia elettrica MT (trazione) - Funivia	38.817	38.454	37.651	39.657	kWh
Ferrovia	Gasolio ferrotrazione***	100.334	993.897	940.388	937.853	lt
	Metano ferrotrazione	0,00	0,00	0,00	0,00	kg
	Benzina ferrotrazione	0,00	0,00	0,00	0,00	lt
	Idrogeno ferrotrazione	0,00	0,00	0,00	0,00	kg
	Energia elettrica MT (trazione) - Treni**	7.053.412	6.242.973	5.795.410	5.690.960	kWh

*gasolio autotrazione sono considerati gli autobus e le auto aziendali che, sia per il numero (70 contro 700), sia pe r i consumi dell'ordine di grandezza inferiore, sono ininfluenti.

**comprende solo l'uso per trazione - gli impianti di officina e gli uffici sono riportati nell'energia elettrica industriale qui non indicata perché ausliare rispetto al servizio trasporti vero e proprio

***gasolio ferrotrazione ci sono sia i treni della Valsugana e sia i mezzi d'opera lungo la linea sia i furgoni della FTM

Figura 6.6: Consumi di combustibile per i diversi anni suddivisi tra Trasporto Ferroviario e Trasporto Autoservizio – funivia. Fonte – Trentino Trasporti S.p.a.

Il vettore più incidente nel bilancio è quello del gasolio per trazione: la motivazione è strettamente correlata alle caratteristiche dei mezzi aziendali e alla numerosità delle tratte.

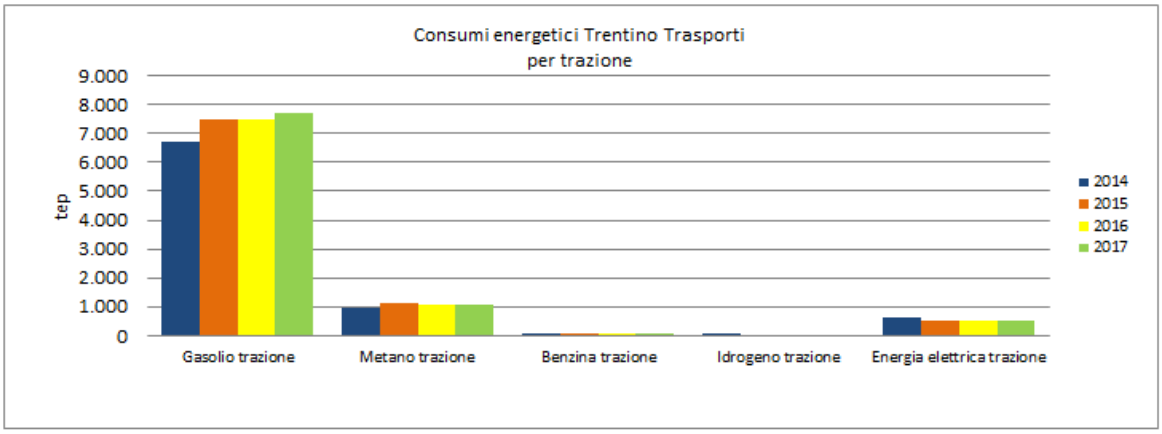


Figura 6.7: Consumi di combustibile per vettore energetico per anno, espressi in [tep]. Fonte – Trentino Trasporti S.p.a.

Tipologia	Specifiche	n°unità
mezzi in disponibilità		6
Autoveicoli	interurbani	462
	urbani	233
FTM	elettrotreni	18
FTB	treni diesel	7

Figura 6.8: Numero unità per tipologia di servizio al 2017. Fonte – Bilancio consuntivo Trentino Trasporti S.p.a. 2017.

veicoli sotiuiti con nuovi immatricolazioni per anno						
combustibile	2017	2016	2015	2014	2013	2012
diesel	54	-	19	-	-	21
metano	22	-	-	-	-	-
ibridi diesel/elettrici	-	-	-	-	-	6
idrogeno	-	-	-	-	-	2
totale	76	0	19	0	0	29
totale cumulato	124					

Figura 6.9: Rinnovo parco mezzi: valori annuali dal 2012 al 2017 per tipologia di combustibile. Fonte – Bilancio consuntivo Trentino Trasporti S.p.a. dal 2012 al 2017.

tipologia di servizio	linee
Servizio Urbano di Trento	21
Servizio Urbano di Rovereto	8
Servizio urbano di Pergine Valsugana	8
Servizio urbano di Riva del Garda, Arco e Nago - Torbole	3
Funivia Sardagna	1
Servizio Extraurbano1*	17
Servizio Extraurbano2**	22
Servizio Extraurbano3***	23
Servizio Extraurbano4****	27
Servizio Extraurbano5*****	9
Servizio Extraurbano6******	30
totale	169

*Valli di Fiemme e Fassa, Cembra e Valfloriana, Passo S.Pellegrino, Passo Rolle, Falcade, Piana Rotaliana

**Val Rendena-Giudicarie, Valle del Chiese-Ledro, Vestone, Bleggio-Banale, Ballino-Valle dei Laghi, Monte Bondone, Riva del Garda, Arco, Alto Garda

***Rovereto-Riva del Garda, Avio-Folgaria, Lavarone-Luserna, Vallarsa-Terragnolo, Destra Adige-Brentonico, Garniga Terme, Ronzo-Chienis

****Valsugana, Tesino, Valfloriana, PinèValle del Fersina, Primolano, Pergine Valsugana

*****Valle di Primiero, S.Martino di Castrozza, Passo Cereda-Sagron, Valle del Vanoi, Passo Rolle, Feltre

******Altipiano della PaganellaVal di Non, Val di Sole

Figura 6.10: Linee di servizio su gomma e ferroviario di competenza della Trentino trasporti S.p.a. al 2017 per zona di competenza. Fonte – Bilancio consuntivo Trentino Trasporti S.p.a. 2017.

PERCORRENZE [km]	2014	2015	2016	2017
Servizio extraurbano gomma	12.625.567	12.707.538	12.765.282	12.895.172
Servizio Urbano di Trento	5.401.644	5.591.745	5.770.254	5.745.808
Servizio Urbano di Rovereto	1.245.824	1.250.603	1.290.655	1.294.681
Servizio urbano di Pergine Valsugana	66.187	66.745	68.229	68.864
Servizio urbano di Riva del Garda, Arco e Nago - Torbole	293.808	295.532	298.186	298.250
Servizi turistici	832.832	786.177	782.418	781.921
Funivia Sardagna				
FTM	893.169	814.565	805.961	768.962
FTB	108.612	513.830	476.690	446.734
totale gomma	20.465.862	20.698.340	20.975.024	21.084.696
totale ferrovia	1.001.781	1.328.395	1.282.651	1.215.696
totale servizi	21.467.643	22.026.735	22.257.675	22.300.392

Figura 6.11: Percorrenze dei mezzi per tipologia di servizio. Fonte – Bilancio consuntivo Trentino Trasporti S.p.a. del 2015 e 2017.

PASSEGGERI	2014	2015	2016	2017
Servizio extraurbano gomma	19.025.657	19.228.407	19.568.312	19.688.845
Servizio Urbano di Trento	20.578.197	20.160.409	20.271.647	21.120.300
Servizio Urbano di Rovereto	4.629.785	4.507.442	4.558.714	4.619.756
Servizio urbano di Pergine Valsugana	200.037	208.119	198.800	241.616
Servizio urbano di Riva del Garda, Arco e Nago - Torbole	1.614.225	1.691.481	1.763.657	1.791.319
Servizi turistici	716.697	511.859	489.457	503.092
Funivia Sardagna	127.815	132.974	132.328	152.154
FTM	2.845.053	2.820.325	2.790.702	2.723.003
FTB		966.882	959.183	927.393
totale gomma	46.764.598	46.307.717	46.850.587	47.964.928
totale ferrovia	2.845.053	3.787.207	3.749.885	3.650.396
totale servizi	49.737.466	50.227.898	50.732.800	51.767.478

Figura 6.12: 11 Numero di passeggeri per tipologia di servizio. Fonte – Bilancio consuntivo Trentino Trasporti S.p.a. del 2015 e 2017.

Parte II

Output

Capitolo 7

Calcolo dei gradi giorno

Prima di procedere con le successive elaborazioni, è stato eseguito il calcolo dei gradi giorno reali per ogni anno di riferimento (2014, 2015 e 2016) e per ogni comunità di valle. Questi si differenziano dai gradi giorno standard (definiti nel DPR 412/93 e successivamente in UNI 10348-1) in quanto vengono calcolati sulla base dei dati realmente misurati da una stazione meteorologica nel periodo d'interesse. Per ogni comunità di valle, pertanto, è stata scelta una stazione di riferimento, indicata nella relativa tabella. I dati di temperatura media giornaliera sono stati scaricati dall'apposito servizio di Meteotrentino, per ogni stazione.

Per il calcolo vero e proprio si è seguita la norma UNI EN ISO 15927-6:2008, che prescrive di calcolare i gradi giorno come semplice differenza tra la temperatura media giornaliera esterna e una temperatura interna di riferimento, per tutti i giorni dell'anno. Si noti tuttavia che questo approccio è molto semplificato, e potrebbe non rispecchiare bene la situazione reale. Infatti, non tiene conto del fatto che l'accensione del riscaldamento è regolamentata per legge, a seconda della zona climatica. Nello specifico, in Trentino si individuano due zone a seconda dell'altitudine: sopra i 430 metri si è in Zona F, mentre al di sotto si è in Zona E. Per la Zona F non c'è alcuna limitazione nell'accensione degli impianti termici, per la Zona E questa è limitata per estensione e durata giornaliera. La norma UNI EN ISO 15927-6 considera inoltre tutte le differenze positive tra le due temperature; questo, tuttavia, può non essere rappresentativo della situazione reale, in quanto il riscaldamento potrebbe essere acceso solo per significative differenze di temperatura tra interno ed esterno. Per una quantificazione di queste approssimazioni, implicite nel metodo codificato dalla normativa e seguito nel presente lavoro, si veda la Sezione B.1 in Appendice B.

I gradi giorno risultanti sono riportati in tabella 7.1; si propone anche il valore totale del Trentino, ottenuto come media dei gradi giorno pesati sul numero di PDR (vedere il successivo Capitolo 7.1 per maggiori dettagli circa l'utilizzo dei PDR). Per confronto, i valori dei tre anni vengono mediati e riportati in tabella 7.2 insieme ai gradi giorno convenzionali da DPR 412/93; si mostra quindi la differenza percentuale rispetto a questi.

Tabella 7.1: gradi giorno reali (calcolati secondo norma UNI EN ISO 15927-6 dai dati di temperatura misurata) per gli anni di riferimento, per ogni comunità di valle.

Comunità di valle	**Gradi giorno reali**		
	2014	**2015**	**2016**
Comunità territoriale della Val di Fiemme	3.762	3.743	3.867
Comunità del Primiero	4.903	4.785	4.938
Comunità Valsugana e Tesino	2.759	3.057	3.014
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	3.186	3.129	3.121
Comunità della Valle di Cembra	2.878	2.941	3.034
Comunità Val di Non	3.080	3.195	3.284
Comunità della Valle di Sole	3.503	3.634	3.698
Comunità delle Giudicarie	3.102	3.336	3.382
Comunità Alto Garda e Ledro	1.731	1.931	2.020
Comunità della Vallagarina	2.163	2.374	2.441
Comun General de Fascia	4.810	4.753	4.958
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	3.978	3.830	4.017
Comunità Rotaliana-Königsberg	2.499	2.860	2.865
Comunità della Paganella	3.417	3.435	3.523
Territorio Val d'Adige	2.302	2.645	2.647
Comunità della Valle dei Laghi	2.092	2.279	2.365
Provincia Autonoma di Trento	2.500	2.705	2.746

Tabella 7.2: confronto tra i gradi giorno reali medi (calcolati secondo norma UNI EN ISO 15927-6 dalle misurazioni e mediati sui 3 anni di riferimento) e i gradi giorno standard da DPR 421/93.

Comunità di Valle	**Comune rappresentativo**	**Zona climatica**	**Gradi Giorno secondo DPR 421/93**	**Gradi Giorno calcolati**	**Diff. percentuale risp a DPR 421/93**
Comunità territoriale della Val di Fiemme	Cavalese	F	4028	3791	6%
Comunità del Primiero	Primiero San Martino di Castrozza	F	3498	4875	-39%
Comunità Valsugana e Tesino	Borgo Valsugana	E	2984	2943	1%
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	Pergine Valsugana	F	3147	3145	0%
Comunità della Valle di Cembra	Altavalle	F	3441	2951	14%
Comunità Val di Non	Cles	F	3265	3186	2%
Comunità della Valle di Sole	Malé	F	3542	3612	-2%
Comunità delle Giudicarie	Tione di Trento	F	3272	3273	0%
Comunità Alto Garda e Ledro	Riva del Garda	E	2276	1894	17%
Comunità della Vallagarina	Rovereto	E	2713	2326	14%
Comun General de Fascia	Sèn Jan di Fassa-Sèn Jan	F	4700	4840	-3%
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	Lavarone	F	4147	3942	5%
Comunità Rotaliana-Königsberg	Mezzocorona	E	2835	2741	3%
Comunità della Paganella	Molveno	F	3740	3458	8%
Territorio Val d'Adige	Trento	F	2567	2531	1%
Comunità della Valle dei Laghi	Vallelaghi	E	2991	2245	25%

7.1 Confronto tra gradi giorno e consumi di metano

E' utile a questo punto confrontare l'andamento dei consumi di gas metano rilevati dai distributori con l'andamento dei gradi giorno reali. Per ogni anno del periodo di riferimento e considerando le sole tipologie di utenze residenziali per uso riscaldamento (categorie C1 e C3)[1], il volume di gas consumato è stato diviso per il numero di PDR (punti di riconsegna), ottenendo il consumo medio per utenza; questo poiché il numero di PDR può cambiare anche significativamente da un anno all'altro. I risultati sono mostrati nella tabella di figura 7.2. Per una più immediata interpretazione dei dati, si riportano su uno stesso grafico gli andamenti del consumo di gas metano medio per utenza e dei gradi giorno reali medi, pesati sul numero di PDR della comunità cui si riferiscono.

In figura 7.1 si possono vedere i consumi totali medi del Trentino[2] confrontati con la media dei gradi giorno pesati per numero di PDR, per tutte le comunità di valle.[3] Si noti l'ottima corrispondenza tra i due trend.

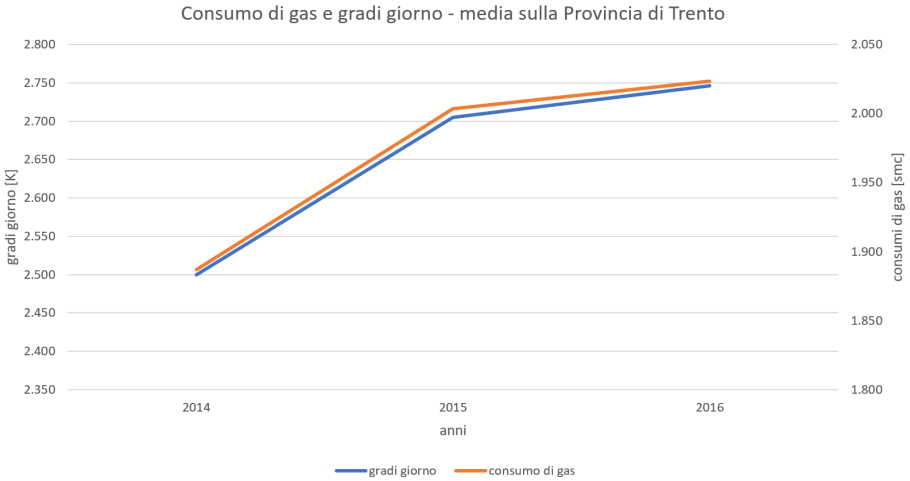


Figura 7.1: il consumo medio per utenza di gas metano a livello provinciale segue abbastanza bene la media dei gradi giorno tra tutte le comunità di valle del Trentino (dati gas forniti ad APRIE dai distributori, 2017).

Il confronto è anche effettuato singolarmente per ogni comunità di valle, per il triennio di riferimento; i relativi grafici sono riportati in Appendice B. E' risultato che, per le due comunità più popolose (Trento e Rovereto), i due andamenti seguono solo con una certa approssimazione lo stesso trend (a un aumento dei gradi giorno corrisponde un aumento dei consumi, e viceversa), mentre per altre comunità i trend possono differire.

[1] per maggiori dettagli riguardo la scelta delle categorie di utenze gas, si veda l'Appendice B

[2] somma di tutto il gas consumato per le categorie C1 e C3, diviso per il relativo numero di PDR

[3] i gradi giorno di ogni comunità sono stati mediati, pesandoli con il numero di PDR presenti in quella comunità.

			2014		2015		2016	
Comunità di Valle	Comune rappresentativo		Gradi Giorno calcolati [K]	Consumo di gas medio per utenza [smc]	Gradi Giorno calcolati [K]	Consumo di gas medio per utenza [smc]	Gradi Giorno calcolati [K]	Consumo di gas medio per utenza [smc]
Comunità territoriale della Val di Fiemme	Cavalese		3.762	1.874	3.743	1.915	3.867	1.971
Comunità del Primiero	Primiero San Martino di Castrozza		4.903	0	4.785	0	4.938	0
Comunità Valsugana e Tesino	Borgo Valsugana		2.759	1.702	3.057	1.804	3.014	1.930
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	Pergine Valsugana		3.186	1.930	3.129	2.077	3.121	2.032
Comunità della Valle di Cembra	Altavalle		2.878	1.269	2.941	1.339	3.034	1.416
Comunità Val di Non	Cles		3.080	1.920	3.195	1.952	3.284	2.014
Comunità della Valle di Sole	Malé		3.503	0	3.634	0	3.698	0
Comunità delle Giudicarie	Tione di Trento		3.102	1.595	3.336	1.699	3.382	1.839
Comunità Alto Garda e Ledro	Riva del Garda		1.731	904	1.931	1.000	2.020	988
Comunità della Vallagarina	Rovereto		2.163	1.610	2.374	1.726	2.441	1.727
Comun General de Fascia	Sèn Jan di Fassa-Sèn Jan		4.810	4.408	4.753	4.293	4.958	4.373
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	Lavarone		3.978	2.092	3.830	2.263	4.017	2.187
Comunità Rotaliana-Königsberg	Mezzocorona		2.499	1.798	2.860	1.946	2.865	1.961
Comunità della Paganella	Molveno		3.417	3.434	3.435	3.916	3.523	3.677
Territorio Val d'Adige	Trento		2.302	2.556	2.645	2.689	2.647	2.725
Comunità della Valle dei Laghi	Vallelaghi		2.092	1.444	2.279	1.582	2.365	1.586
Provincia Autonoma di Trento	**Totale**		**2.500**	**1.887**	**2.705**	**2.004**	**2.746**	**2.023**

Figura 7.2: gradi giorno e consumi di gas mediati, per comunità di valle (dati gas forniti ad APRIE dai distributori, 2017).

Capitolo 8

Teleriscaldamento a gas metano

AIRU (Associazione Italiana Riscaldamento Urbano) raccoglie ogni anno tutti i dati operativi degli impianti di teleriscaldamento, e li pubblica nell'annuario "Il teleriscaldamento urbano". Da queste pubblicazioni vengono estratti i dati di interesse, ovvero: consumo di gas metano (suddiviso tra gruppi cogenerativi e caldaie tradizionali), energia elettrica totale prodotta (lorda), energia elettrica immessa in rete (al netto dell'autoconsumo), energia termica totale al collettore di centrale ed erogata all'utenza, energia frigorifera totale al collettore di centrale ed erogata all'utenza. Il valore di energia elettrica auto-consumata è ottenuto per differenza tra la produzione lorda e quella netta. Questi dati sono mostrati in tabella 8.1 e nei grafici seguenti.

Conoscendo l'energia termica erogata al collettore di centrale, l'energia elettrica lorda prodotta e il consumo di combustibile, si può calcolare l'efficienza cogenerativa di ogni impianto. Mediando sui tre anni di riferimento, essa risulta essere 81% per l'impianto di Trento, 69% per quello di Rovereto, 83% per quello di Riva del Garda, 83% per quello di Pergine Valsugana.

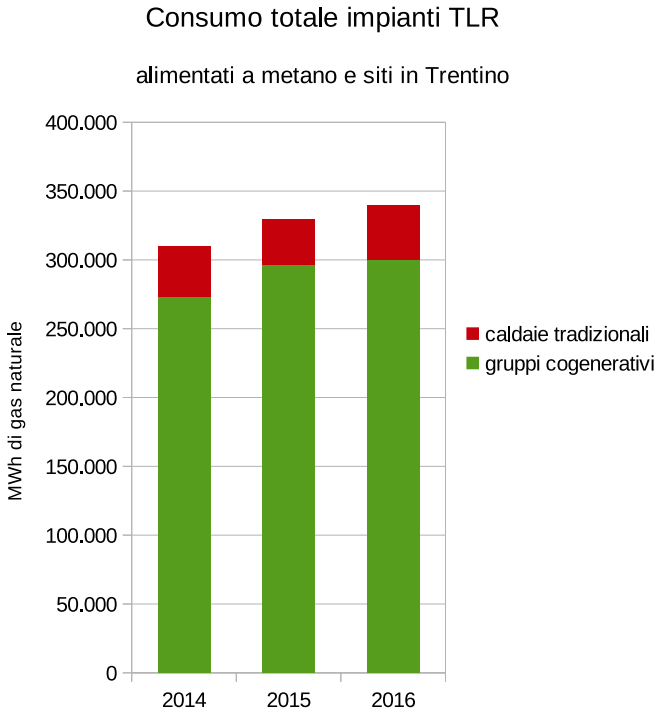


Figura 8.1: elaborazione dati dall'annuario "Il teleriscaldamento urbano" (origine dati AIRU, 2017).

Tabella 8.1: dati estratti dagli Annuari AIRU, relativi agli impianti di teleriscaldamento alimentati esclusivamente a gas metano, siti in Trentino (origine dati "Il teleriscaldamento urbano", AIRU, 2017). Valori espressi in MWh.

impianto	anno	consumo di metano	energia termica		energia frigorifera		energia elettrica		
			al collettore di centrale	erogata all'utenza	al collettore di centrale	erogata all'utenza	prodotta in totale	immessa in rete	auto-consumo
Trento	2014	9.819	5.363	4.689	3.215	3.119	1.867	1.540	327
Trento	2015	9.758	6.767	5.363	3.198	3.119	1.398	1.398	0
Trento	2016	11.732	7.833	6.733	3.411	3.412	2.359	1.896	463
Rovereto	2014	133.124	53.671	53.671	-	-	38.047	10.960	27.087
Rovereto	2015	137.532	52.439	52.439	-	-	41.295	8.324	32.971
Rovereto	2016	145.950	58.087	58.087	-	-	42.527	6.707	35.820
Riva del Garda	2014	130.930	59.675	36.798	-	7.520	50.618	23.638	26.980
Riva del Garda	2015	145.976	64.991	40.174	-	8.103	56.599	27.297	29.302
Riva del Garda	2016	145.885	63.283	42.312	-	7.323	57.602	28.830	28.772
Pergine Valsugana	2014	36.496	16.675	14.306	690	611	13.609	12.862	747
Pergine Valsugana	2015	36.496	16.675	14.306	690	611	13.609	12.862	747
Pergine Valsugana	2016	36.496	16.675	14.306	690	611	13.609	12.862	747

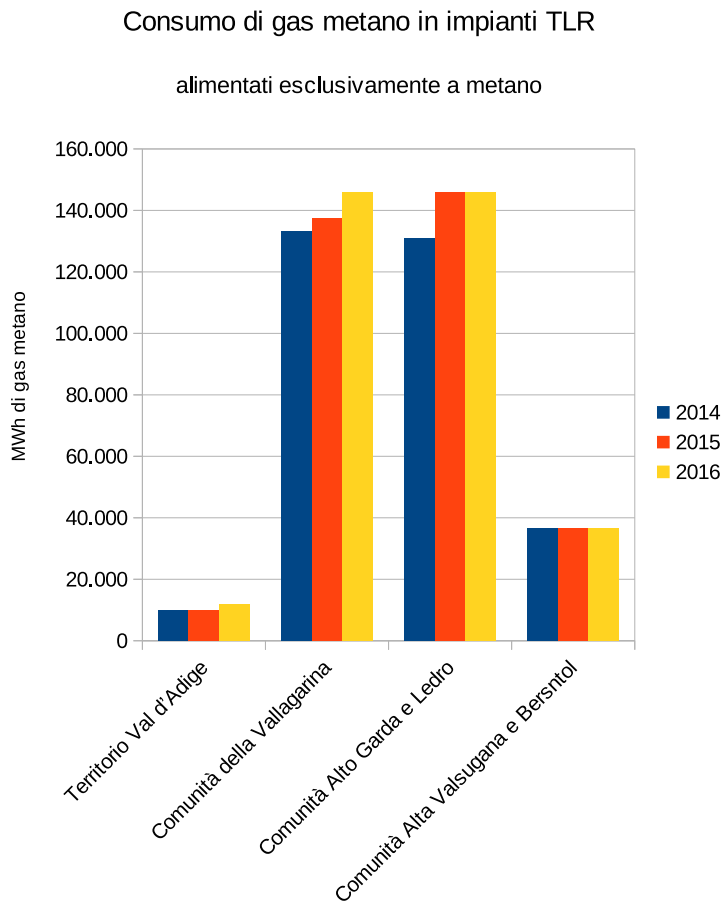


Figura 8.2: elaborazione dati dall'annuario "Il teleriscaldamento urbano" (origine dati AIRU, 2017).

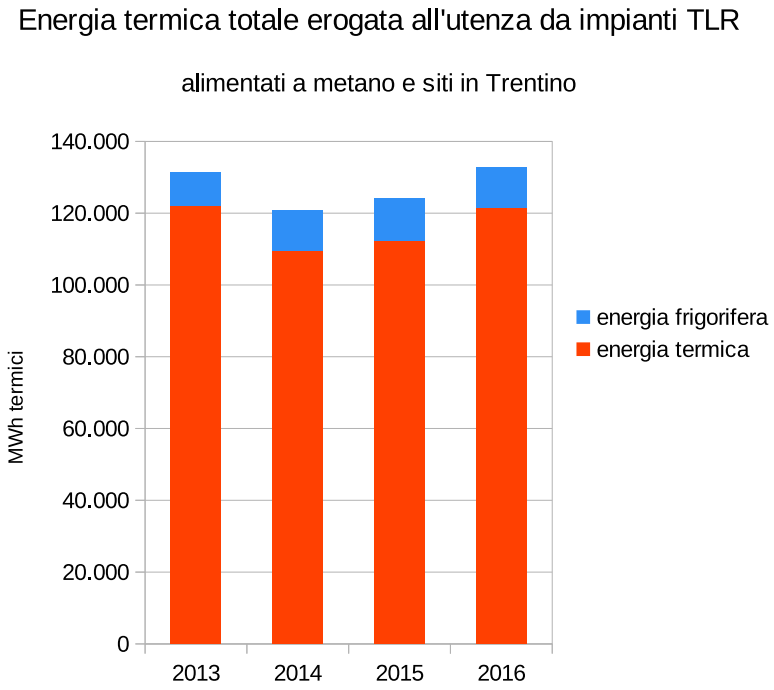


Figura 8.3: elaborazione dati dall'annuario "Il teleriscaldamento urbano"; per referenza, sono stati aggiunti anche i dati relativi all'anno 2013. (origine dati AIRU, 2017).

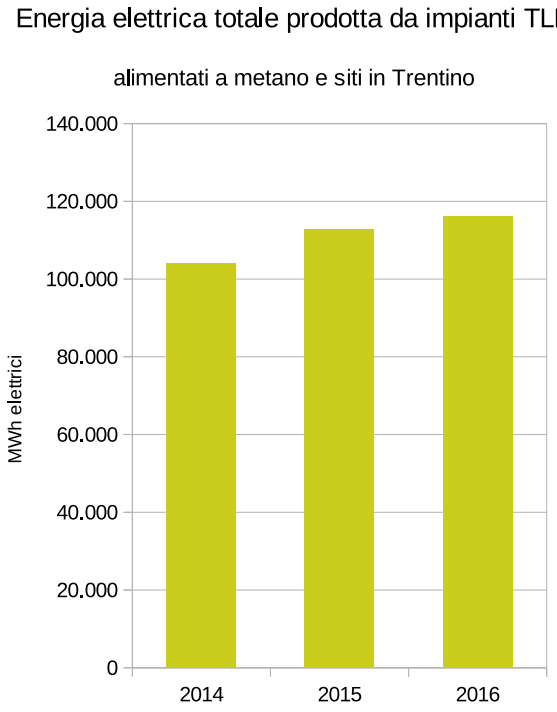


Figura 8.4: elaborazione dati dall'annuario "Il teleriscaldamento urbano" (origine dati AIRU, 2017).

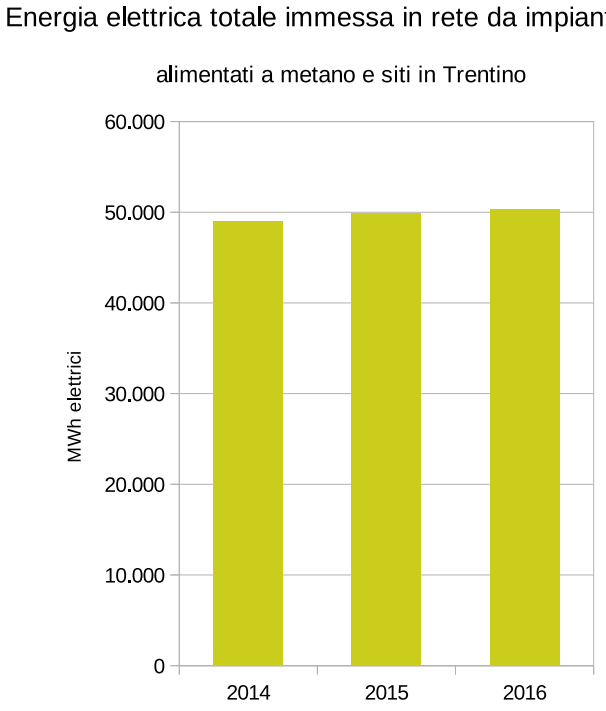


Figura 8.5: elaborazione dati dall'annuario "Il teleriscaldamento urbano" (origine dati AIRU, 2017).

Capitolo 9

Biomassa legnosa

9.1 Teleriscaldamento a biomassa prevalente

Tutte le aziende che operano un impianto di teleriscaldamento a biomassa in Trentino sono invitate a caricare annualmente i dati di gestione in un registro online, il "Registro informatizzato dei consumi di cippato", mantenuto da APRIE in collaborazione con APPA e il Servizio Foreste PAT. I dati di questo registro vengono estratti ed elaborati, considerando il periodo 2014-2017. Solo 8 impianti registrati, tuttavia, hanno compilato la propria scheda in ogni anno del periodo considerato. Analizzando caso per caso si valuta se è possibile coprire i dati mancanti relativi ad un anno interpolando i consumi degli altri anni; questa aggiunta manuale viene fatta solo se gli altri anni sono completi e se seguono un andamento ragionevolmente constante. Si considerano anche il numero di utenze, la volumetria servita e la lunghezza di sviluppo della rete di distribuzione del calore, poiché una loro variazione modifica il trend dei consumi. In altre parole, se i suddetti parametri sono costanti, si può assumere che il consumo di un anno mancante sia la media degli altri anni, viceversa si può valutare di utilizzare un'interpolazione lineare.

I consumi di biomassa risultanti vengono aggregati per comunità di valle e sono presentati in tabella 9.1 e nel grafico di figura 9.2. Essi vengono anche mostrati, come totale provinciale, in figura 9.1. Si verifica che i dati ottenuti coincidono con quelli riportati nella "Relazione monitoraggio 2017" di APRIE (relativi all'anno 2015). Si considerano anche i dati di consumo di fonti diverse dalla biomassa, ovvero gas metano o gasolio, dovute ai generatori di integrazione o di backup. I valori di consumo di questi vettori sono riportati nel suddetto Registro informatizzato dei consumi di cippato, di APRIE, ma sembra che i gestori abbiano valorizzato questi campi solo per alcuni anni. Si ricorre quindi all'annuario *Il teleriscaldamento urbano* di AIRU (vedere Capitolo 8), nella speranza di trovare ulteriori dati. Purtroppo, anche qui pare che manchino alcune annate, e alcuni impianti non sono proprio presenti nell'annuario. Utilizzando i dati a disposizione dalle due fonti, e ricostruendo gli anni mancanti con il procedimento esposto sopra (per la biomassa), si ottengono i dati mostrati in tabella 9.2 nel grafico di figura 9.3.

Produzione energetica

Il Registro informatizzato dei consumi di cippato rileva anche l'energia termica ed elettrica prodotte dall'impianto; purtroppo, anche questi dati sono affetti dalla sporadica mancanza di valori per alcuni impianti in alcune annate. Visto che la percentuale di dati mancanti o errati per la produzione energetica è maggiore rispetto a quella per i consumi di biomassa, si rende necessaria un'analisi sul singolo impianto ancora più approfondita. Si decide di limitare questo studio ai 4 impianti maggiori, che rappresentano più del 70% dell'energia consumata in ingresso (ovvero quella equivalente al combustibile utilizzato). Essi sono, in ordine decrescente: Cavalese, Transacqua, San Martino di Castrozza e Predazzo.

Analizzando i relativi record nel Registro Informatizzato Consumi di Cippato, per prima cosa si verifica la coerenza dei consumi di combustibile (cippato, pellet, gasolio e gas metano) con i valori dichiarati di produzione di energia. Quindi si estraggono i valori di energia termica immessa in rete di teleriscaldamento, di energia termica dispersa dalla rete ("perdite di rete") e di energia elettrica lorda prodotta. A questo punto si esegue un calcolo delle efficienze degli impianti, usando il valore di energia in ingresso equivalente al combustibile impiegato. Risultano però valori troppo bassi per alcuni impianti (soprattutto Cavalese); si ritiene quindi che una parte dell'energia prodotta venga utilizzata internamente, ad esempio in essiccatori per la biomassa combustibile. Per quantificare questa energia e chiudere il bilancio di questo tipo di impianti, si ipotizzano perdite di generazione (in caldaia) pari al 15% dell'energia termica immessa in rete. In questo modo, per differenza si ricava l'energia termica prodotta ma non immessa in rete ("altri usi"). Si effettuano anche altri tentativi per approfondire le efficienze dei cogeneratori, ma non è possibile portarli a termine con i dati a disposizione.

In conclusione, l'energia termica immessa in rete di teleriscaldamento e l'energia elettrica lorda prodotta sono riportate nel grafico di Figura 9.4 e nella tabella riassuntiva di Figura 9.5.

Per ripartire la produzione termica ed elettrica tra i diversi vettori energetici, si calcola il valore equivalente di energia imputato ad ognuno di essi, e la relativa percentuale sull'energia totale del combustibile in ingresso. Questa stessa percentuale si usa nel bilancio complessivo per ripartire l'energia termica ed elettrica tra i diversi vettori energetici.[1] La stessa ripartizione vale per le perdite termiche di rete, ovviamente conteggiate nel bilancio complessivo alla voce "perdite" delle rispettive fonti.

Si noti che la produzione energetica degli impianti di teleriscaldamento viene imputata al settore civile, mentre l'energia termica per "altri usi", calcolata nel metodo sopra descritto, viene considerata come utilizzata internamente dall'impianto di teleriscaldamento (ad es. essiccatore) e viene quindi imputata al settore industriale.

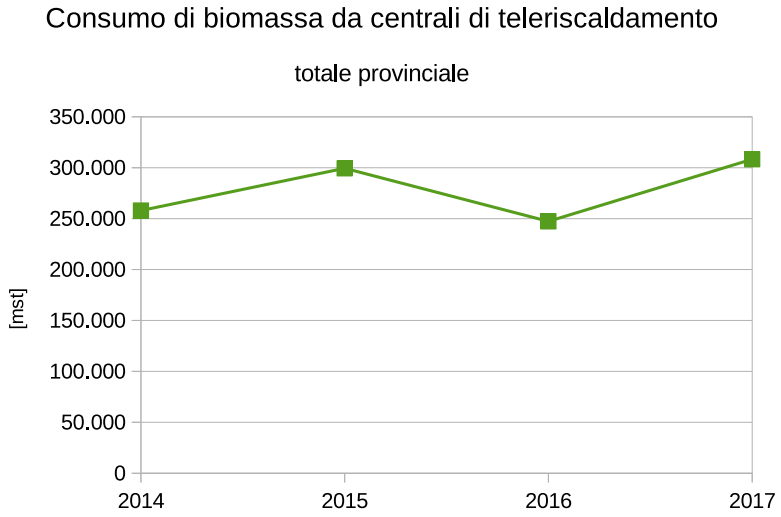


Figura 9.1: elaborazione dati del *Registro Informatizzato Consumi di Cippato* (APRIE) relativi ai consumi di cippato e pellet.

[1] Esempio: per un impianto che ha utilizzato sia biomassa che gas metano, si calcola l'energia equivalente alle quantità di combustibile in ingresso. Si ipotizzi che risulti il seguente mix energetico: 70% biomassa, 30% gas metano. Di conseguenza, le produzioni termica ed elettrica saranno ripartite per il 70% alla fonte "biomassa - rinnovabile", e per il 30% alla fonte "gas naturale".

Tabella 9.1: aggregazione per comunità di valle ed elaborazione dati del *Registro Informatizzato Consumi di Cippato* (APRIE) relativi ai consumi di cippato e pellet, espressi in [mst] di biomassa consumata.

Comunità di Valle	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**
Comunità territoriale della Val di Fiemme	54.200	0	85.410	111.737	92.554	101.785
Comunità del Primiero	0	40.737	93.074	97.941	88.404	92.117
Comunità Valsugana e Tesino	0	0	0	0	0	0
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	1.160	0	4.450	2.100	2.200	3.092
Comunità della Valle di Cembra	4.680	19.200	20.800	7.200	1.750	1.680
Comunità Val di Non	27.258	5.792	32.620	48.602	31.159	30.455
Comunità della Valle di Sole	12.292	46.614	14.961	22.307	24.270	23.420
Comunità delle Giudicarie	0	0	0	0	0	0
Comunità Alto Garda e Ledro	1.485	1.339	1.561	3.740	1.860	32.711
Comunità della Vallagarina	0	0	0	720	32	626
Comun General de Fascia	0	0	0	0	0	0
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	0	0	0	0	0	0
Comunità Rotaliana-Königsberg	0	0	5.090	5.090	5.090	22.454
Comunità della Paganella	0	0	0	0	0	0
Territorio Val d'Adige	0	0	0	0	0	0
Comunità della Valle dei Laghi	0	0	0	0	0	0
Totale del Trentino	**101.075**	**113.682**	**257.966**	**299.437**	**247.319**	**308.340**

Tabella 9.2: consumo di combustibili fossili negli impianti a biomassa prevalente. Elaborazione dati del *Registro Informatizzato Consumi di Cippato* (APRIE) e degli annuari *Il teleriscaldamento urbano* (AIRU).

	gas [m^3]	**gasolio [t]**
2014	1.743.768	356
2015	1.705.555	437
2016	1.801.401	434
2017	1.847.993	453

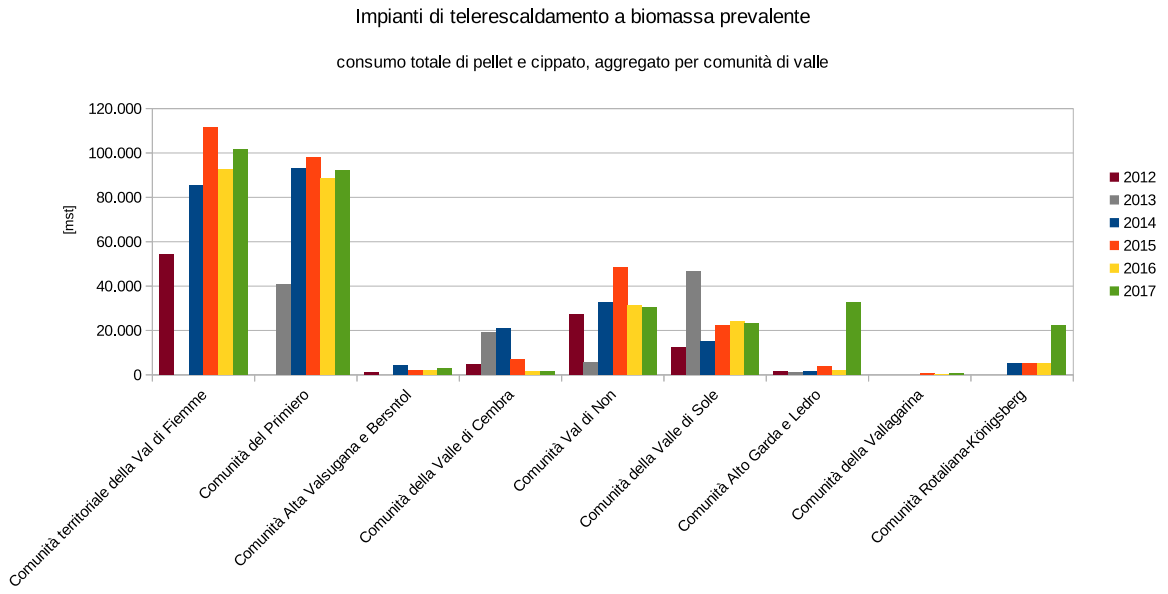


Figura 9.2: aggregazione per comunità di valle ed elaborazione dati del *Registro Informatizzato Consumi di Cippato* (APRIE) relativi ai consumi di cippato e pellet.

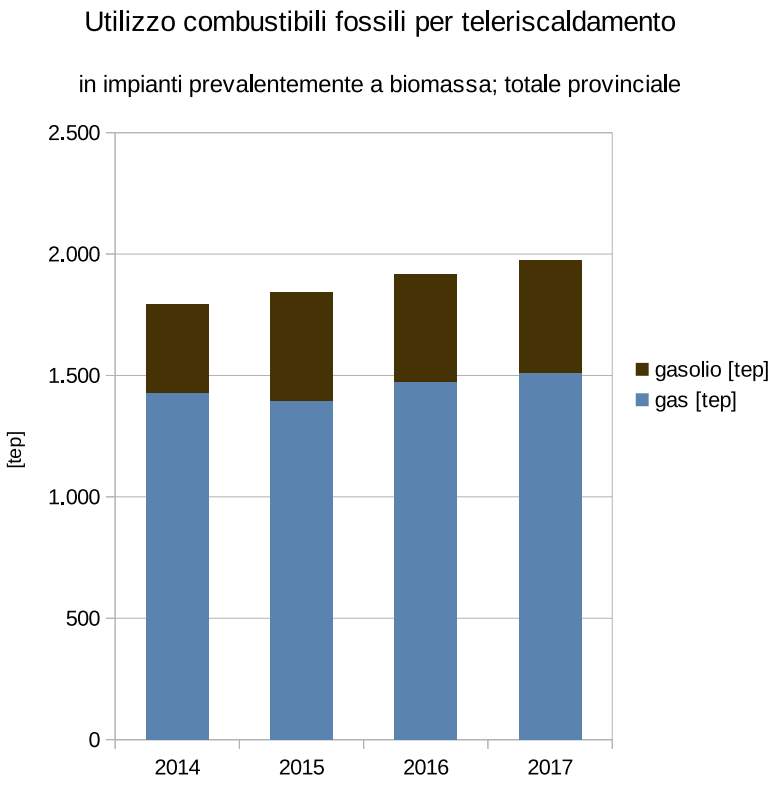


Figura 9.3: elaborazione dati del *Registro Informatizzato Consumi di Cippato* (APRIE) e degli annuari *Il teleriscaldamento urbano* (AIRU).

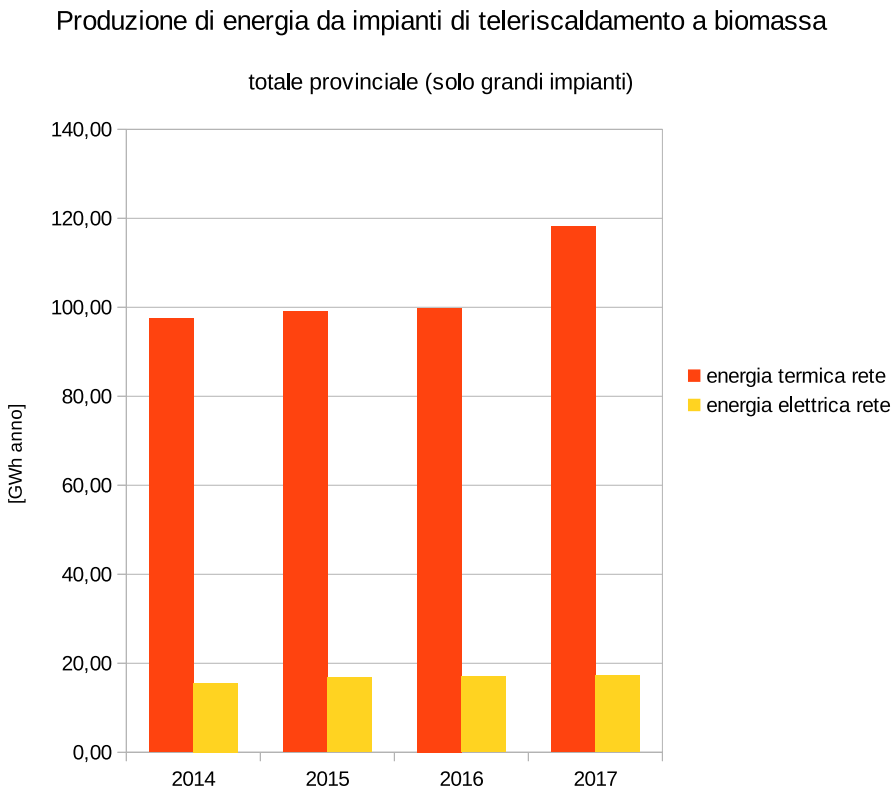


Figura 9.4: questo grafico mostra i dati di produzione energetica riferiti solo agli impianti più grandi, ovvero quelli di Cavalese, Trasnacqua, San Martino di Castrozza, Predazzo. Elaborazione dati del *Registro Informatizzato Consumi di Cippato* (APRIE) relativi alla produzione di energia termica ed elettrica degli impianti censiti.

IndImp	anno	pellet [%]	cippato [%]	Gas naturale [%]	Energia Termica Rete [GWh]	Energia Termica Rete Perdite [GWh]	Energia Elettrica [GWh]	Energia Termica altri usi [GWh]*
CAVALESE	2014	83%	17%	0%	39,98	10,57	10,63	5,17
CAVALESE	2015	87%	13%	0%	34,79	10,18	11,08	26,83
CAVALESE	2016	82%	18%	0%	36,49	6,69	10,43	13,92
CAVALESE	2017	85%	15%	0%	48,66	14,83	10,39	7,68
PREDAZZO	2014	70%	30%	0%	11,75	3,53	0,57	1,87
PREDAZZO	2015	73%	27%	0%	11,95	3,63	0,59	1,69
PREDAZZO	2016	75%	25%	0%	12,78	3,73	1,47	0,04
San Martino di Castrozza	2014	94%	0%	6%	23,18	2,03	0,01	5,90
San Martino di Castrozza	2015	94%	0%	6%	26,10	5,31	0,01	4,74
San Martino di Castrozza	2016	90%	0%	10%	23,67	2,97	0,01	0,68
Transacqua	2014	95%	0%	5%	22,62	7,99	4,31	8,64
Transacqua	2015	93%	0%	7%	26,22	9,82	5,09	6,51
Transacqua	2016	95%	0%	5%	26,84	11,43	5,15	6,02

* calcolato a ritroso considerando una perdita di generazione globale del 15%

Figura 9.5: ripartizione percentuale dell'energia equivalente ai vettori energetici sul totale dell'energia in ingresso; produzione di energia termica immessa in rete, dispersa dalla rete, per altri usi; produzione di energia elettrica lorda. Impianti di Cavalese, Trasnacqua, San Martino di Castrozza, Predazzo. Elaborazione dati del *Registro Informatizzato Consumi di Cippato* (APRIE) relativi alla produzione di energia termica ed elettrica degli impianti censiti.

9.2 Usi domestici - CATI

Per stimare quantitativamente l'utilizzo di biomassa legnosa nelle famiglie trentine, ISPAT ha realizzato un'indagine con metodologia CATI (Computer-Assisted Telephone Interviewing) nel periodo novembre - dicembre 2016 su un campione di 1.420 famiglie residenti in Trentino. Si utilizzano i dati di questa indagine, rielaborandoli ai fini del presente lavoro.

Si riprendono quindi i valori di consumo medio annuale di biomassa legnosa ottenuti dall'intervista: 22,4 quintali per i nuclei familiari residenti a meno di 800 m s.l.m., 33,3 quintali per i nuclei residenti a più di 800 m s.l.m., per una media nel Trentino di 25 quintali.[2] L'indagine riporta inoltre che 110.963 nuclei familiari utilizzano biomassa, per un consumo totale nel Trentino di 2.773.151 quintali, ovvero 277.315 tonnellate. Il numero di nuclei familiari utilizzato dall'indagine è stato ottenuto dalla percentuale di famiglie che utilizzano biomassa sul campione considerato, sempre distinguendo tra residenti sopra e sotto 800 m s.l.m.. Più in dettaglio, nonostante le incertezze legate alla raccolta dei dati, l'indagine stima che circa il 41% delle famiglie trentine residente sotto gli 800 m s.l.m. utilizza almeno un generatore a legna, mentre la percentuale aumenta all'89% per le famiglie che vivono a una quota maggiore di 800 m s.l.m.

Partendo da questi dati, il presente lavoro costruisce un'aggregazione dei dati a livello comunale e di comunità di valle. Si inizia recuperando il numero di nuclei familiari per comune dal censimento della popolazione e delle abitazioni ISTAT 2011. Ad ogni comune si aggiunge quindi la relativa quota altimetrica di riferimento.[3] A questo punto, si determina il numero di nuclei familiari che utilizzano legna per ogni comune, secondo la quota altimetrica e le percentuali presentate nell'indagine (41% per comuni sotto gli 800 m s.l.m., 89% per comuni sopra 800 m s.l.m.). Risulta un totale in tutto il Trentino di 106.954 famiglie, in linea con il valore di 110.963 presentato da ISPAT (si tenga anche conto che i riferimenti temporali dei dati differiscono di 5 anni). Infine si calcola il consumo di legna per ogni comune, a seconda della quota altimetrica e moltiplicando per il numero di nuclei familiari che utilizzano legna: 22,4 quintali di consumo annuo medio per un nucleo familiare residente a meno di 800 m s.l.m., 33,3 quintali per uno residente a più di 800 m s.l.m. (dati Indagine ISPAT). L'aggregazione di questi risultati per comunità di valle è mostrata in tabella C.1 e in figura C.1, in Appendice C. Il totale per tutto il Trentino risulta pari a 2.716.898 quintali, in linea con il valore di 2.773.151 quintali presentato nell'indagine ISPAT.

Finita l'elaborazione, però, si rivela un problema. Si noti infatti l'elevato consumo nel Territorio Val d'Adige; esso sembra trovare riscontro anche nella caratterizzazione impiantistica tramite SIRE e APE (esposta in Appendice E.3). Ciononostante, ci si chiede se questa distribuzione rifletta correttamente la realtà: davvero la comunità della Val d'Adige ha dei consumi così più elevati delle altre comunità montane? Per come sono stati calcolati dall'indagine CATI, la distribuzione dei consumi riflette quella della popolazione, ma tiene davvero conto delle diverse modalità di riscaldamento? L'indagine ISPAT presenta solo dei valori medi per fascia di altitudine, non premettendo di analizzare più approfonditamente le differenze tra le varie comunità di valle. Di conseguenza, basandosi sulla ripartizione per nuclei familiari, ovviamente si riflette la maggior presenza di abitanti nella comunità di Trento.

Riguardo la corrispondenza tra questi consumi di legna e la caratterizzazione impiantistica, ci si chiede se, forse, nelle comunità più periferiche gli impianti domestici a biomassa sono meno censiti (l'annoso problema della non omogeneità nel censimento degli impianti e negli APE); in quel caso la distribuzione degli impianti non sarebbe una conferma sicura della distribuzione dei consumi.

[2] più precisamente, 24,992 quintali.

[3] si ringrazia l'ing. Riccardo Farina per il prezioso foglio di calcolo con le coordinate geografiche di tutti i comuni italiani.

Alla luce di questi problemi, si propone di partire dalle quantità totali emerse dall'indagine CATI, e di ripartirle sul territorio in modo diverso: si veda la sezione successiva.

9.2.1 Ripartizione in base agli usi civici

Per ovviare ai problemi appena esposti, si propone di ripartire sul territorio le quantità totali emerse dall'indagine CATI, sulla base delle assegnazione per uso civico (Capitolo 2.1).

Si calcolano quindi le percentuali di assegnazioni pertinenti ad ogni comunità di valle, in rapporto alla quantità di assegnazioni totali del Trentino. Queste percentuali vengono quindi utilizzate per ripartire il totale di legna consumata in Trentino, ottenuto dall'indagine CATI. Visto che quest'ultima indagine è stata svolta nel periodo novembre - dicembre 2016, si utilizzano le assegnazioni civiche riferite allo stesso anno. Il risultato è mostrato nel grafico in figura 9.6.

Questi valori sembrano riflettere meglio la situazione reale, e questa ripartizione viene quindi utilizzata al posto di quella basata puramente sull'indagine CATI.

Tabella 9.3: elaborazione dati dell'indagine con metodologia CATI sull'utilizzo di legna nelle famiglie, spazializzati sulla base delle assegnazioni civiche (origine dati ISPAT e Servizio Foreste, 2016).

Comunità di Valle	**consumo di legna annuale [t]**
Comunità territoriale della Val di Fiemme	7.047
Comunità del Primiero	8.846
Comunità Valsugana e Tesino	22.054
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	17.643
Comunità della Valle di Cembra	16.162
Comunità Val di Non	48.666
Comunità della Valle di Sole	26.274
Comunità delle Giudicarie	36.035
Comunità Alto Garda e Ledro	15.718
Comunità della Vallagarina	20.500
Comun General de Fascia	18.878
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	1.473
Comunità Rotaliana-Königsberg	2.327
Comunità della Paganella	9.539
Territorio Val d'Adige	11.786
Comunità della Valle dei Laghi	14.368
Totale	**271.690**

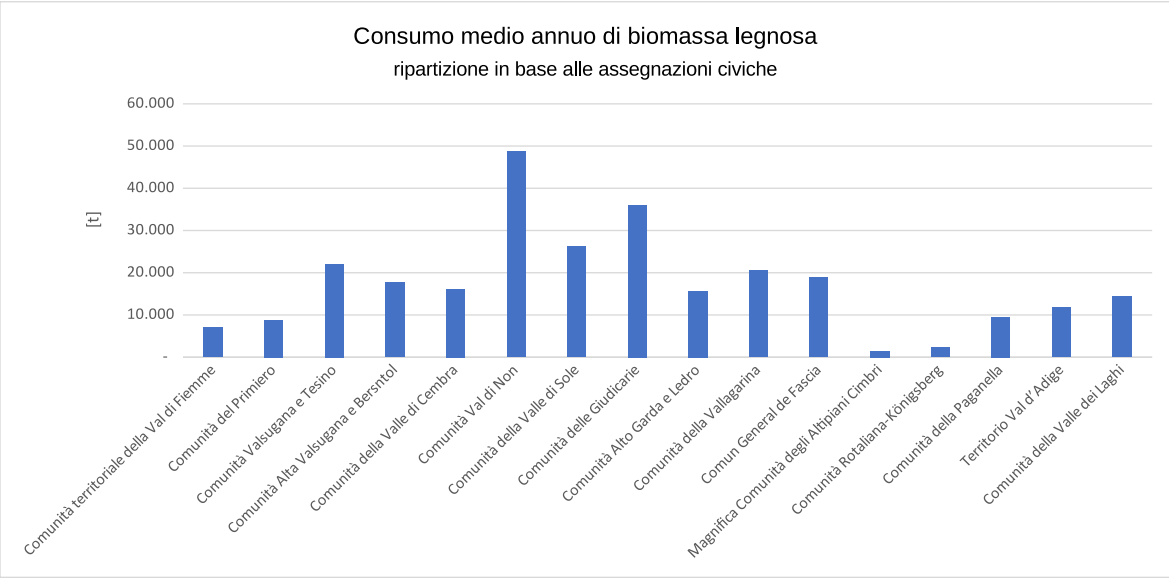


Figura 9.6: elaborazione dati dell'indagine con metodologia CATI sull'utilizzo di legna nelle famiglie, spazializzati sulla base delle assegnazioni civiche (origine dati ISPAT e Servizio Foreste, 2016).

9.3 Uso cottura in pizzerie

L'utilizzo di legna da ardere nei forni di pizzerie a legna viene ritenuto non trascurabile, per il numero di attività e per il fatto che molte sono aperte per quasi tutto l'anno (dipendendo tuttavia dalla stagionalità turistica della località in cui si trovano). Si espone quindi una stima approssimativa, utile a fornire almeno un ordine di grandezza a questa tipologia di consumo.

Secondo un'indagine condotta dal Centro studi CNA (Confederazione Nazionale dell'Artigianato e della Piccola e Media Impresa) in collaborazione con CNA Agroalimentare in un "campione nazionale di imprese del settore altamente rappresentativo", l'84,8% delle pizzerie adopera il forno a legna, il 9,1% il forno a gas e il 6,1% il forno elettrico. In Trentino si stima[4] che siano presenti circa 1.800 pizzerie. Di queste, si può assumere cautelativamente che la metà utilizzi un forno a legna, con un consumo medio di un bancale di legna al mese.[5]

Con queste ipotesi, il consumo annuale di legna per usi cottura in pizzerie con forno a legna in Trentino risulta essere 9.000 tonnellate.[6]

[4] stima interna APRIE, preliminare e soggetta ad eventuali aggiornamenti

[5] stime interne APRIE, preliminari e soggette ad eventuali aggiornamenti

[6] 900 pizzerie x 10 mesi di apertura annuale x 1 bancale al mese di legna (10 q) = 90.000 q di consumo annuale.

Capitolo 10

Caratterizzazione impiantistica del settore residenziale

La caratterizzazione impiantistica del settore residenziale è stata ottenuta analizzando gli Attestati di Prestazione Energetica (APE) e il Sistema Informativo Risorse Energetiche (SIRE). Questo fornisce una prima panoramica generale della situazione degli impianti del patrimonio edilizio provinciale. Ma dal punto di vista quantitativo, che percentuale di unità immobiliari sono coperte da questi certificati? I dati pubblicati dal Servizio catasto della PAT, relativi al 2017, riportano 384.987 unità immobiliari di categoria A (esclusa la categoria A10). Dato che il database APE contiene 94.607 record, la percentuale di copertura risulta essere 24,6%. Il database SIRE contiene 158.024 apparecchi e 126.273 impianti, ma non può essere confrontato semplicemente con il numero di unità immobiliari di categoria A: infatti, un impianto potrebbe servire più unità immobiliari, come nel caso degli impianti centralizzati condominiali. Inoltre, nel SIRE vengono censiti tutti gli impianti di riscaldamento e raffrescamento tranne quelli per fini produttivi; vanno quindi incluse anche le categorie catastali A (compresa la A10), B, C, D (tranne D1, D7, D9 e D10) ed escluse le E ed F.[1] E' quindi necessario determinare quante unità immobiliari sono servite da impianti centralizzati con un'apposita procedura, illustrata nella Sezione 10.4. Ad ogni modo, si noti che il numero di record presenti nel SIRE aumenta significativamente di anno in anno.

A questo punto, è necessario appurare se i database APE e SIRE costituiscono un campione statisticamente rappresentativo del patrimonio impiantistico edilizio provinciale e non vi sono "differenze significative nella loro stratificazione". In caso di risposta affermativa, infatti, i loro dati potrebbero essere semplicemente scalati sul totale di edifici, ottenendo la descrizione completa del patrimonio impiantistico Trentino. Nel caso degli APE, inoltre, riveste grande importanza l'aspetto qualitativo: i dati termo-energetici riportati negli attestati descrivono bene la situazione reale? In caso affermativo, questo permetterebbe di calcolare analiticamente i fabbisogni di riscaldamento degli edifici coperti da APE (basandosi sui dati riportati negli attestati stessi), ed interpolare linearmente per ottenere i consumi dell'intero parco edifici con un dettaglio strutturale molto elevato.

La veridicità di queste ipotesi deve però essere appurata. E' quindi necessario individuare una situazione "di controllo", di cui si conoscano già le caratteristiche, in cui poter applicare la procedura ipotizzata; se si ottengono risultati che coincidono con la situazione reale, nota, allora le ipotesi alla base della procedura sono verificate.

Si procede quindi all'elaborazione dei database degli APE e del SIRE. Una volta completata, si potrà verificare se il campione analizzato presenta oppure no differenze significative nella sua stratificazione.

[1] Se, come stima preliminare, si considerano solo le categorie A, B e C, si ottengono 754.343 unità immobiliari; è comunque inutile confrontare questo numero con il numero di impianti censiti, a causa del fatto che molti impianti servono più unità immobiliari.

10.1 Elaborazione degli APE

L'elaborazione del database degli Attestati di Prestazione Energetica ha presentato varie complicazioni dovute alla gestione a monte della base dati; ciononostante, essa ha fornito informazioni molto preziose e un'utile visione della situazione energetica residenziale del Trentino, con grande dettaglio spaziale.

L'intero database degli APE è stato estratto,[2] e ad ogni record sono stati aggiunti il comune e la comunità di valle di appartenenza (tramite il codice catastale). Tra tutti gli impianti che possono essere inseriti in ogni attestato (le categorie climatizzazione invernale, climatizzazione estiva a produzione di acqua calda sanitaria prevedono tutte fino a due impianti), si considera solo il primo impianto di climatizzazione invernale. Il secondo impianto infatti è solitamente di integrazione al primo, ma la quota effettiva a cui contribuisce è praticamente impossibile da determinare. Anche il reale utilizzo di apparati di climatizzazione estiva è difficile da quantificare, e comunque in Trentino è ritenuto secondario rispetto alla climatizzazione invernale.

Ad un'analisi più attenta emerge la presenza di una quantità non trascurabile di certificati chiaramente errati, a causa di potenze degli impianti così grandi da essere totalmente irrealistiche. La presenza di questi errori costituisce un problema serio per l'attendibilità delle elaborazioni che verranno eseguite nel proseguo di questo lavoro, in quanto riportano dati sbagliati di vari ordini di grandezza (anche di un fattore 1000, probabilmente dovuto a confusione tra watt [W] e chilowatt [kW]). Anche pochi valori errati sono dunque in grado di inficiare le analisi. L'individuazione degli errori non è tuttavia banale, e si rende necessario dedicarle una sezione apposita.

10.1.1 Pulizia dei dati

Come anticipato, l'individuazione degli errori è resa complicata dalle differenze significative che esistono all'interno del parco edifici in quanto a caratteristiche termiche. Per fare un esempio, si pensi ad un piccolo appartamento moderno, in confronto ad una vecchia casa grande e poco isolata. Per cercare di analizzare meglio questo ampio range di "situazioni energetiche", si esegue uno studio della distribuzione di frequenza della potenza installata specifica per metro cubo.

Si inizia quindi calcolando questo parametro per ogni record, come potenza installata dell'impianto divisa per i metri cubi di volume riscaldato. Si procede ora definendo delle classi di potenza specifica, ovvero dei range di valori, di cui si determina il numero di occorrenze tra i dati in questione, ottenendo la distribuzione discreta di frequenza. Ordinando le classi in modo crescente e rappresentando il numero di occorrenze per ogni classe, si ottiene il grafico di figura 10.1. Vista l'ampiezza della gamma di possibili valori, per permetterne una facile lettura e per rappresentarli in un grafico si è cambiata la grandezza delle classi a 0,3 kW/mc e 2,0 kW/mc; questo ha prodotto dei picchi artificiosi nella curva di distribuzione. Se ne tenga conto in fase di lettura del grafico.

E' necessario precisare il modo in cui è stato calcolato il volume riscaldato: moltiplicando il volume riscaldato dell'unità immobiliare a cui si riferisce l'attestato, per il numero di appartamenti dell'immobile in cui si trova. Ciò è necessario perchè, in caso di impianto centralizzato condominiale, l'APE riporta la potenza dalla caldaia centralizzata condominiale, ma il volume riscaldato si riferisce giustamente al singolo appartamento oggetto della certificazione. E' quindi evidente che, se non si tenesse conto del numero di appartamenti, tutte le potenze installate riportate in attestati che ricadono in questo caso risulterebbero eccessivamente alte. Purtroppo non si hanno informazioni sul volume riscaldato degli altri

[2] l'estrazione utilizzata per queste elaborazioni è datata 03/10/2018; tuttavia, ulteriori errori riscontrati nei parametri "epren" ed "epnren" hanno portato a dover fare una nuova estrazione il 22/10/2018. Quest'ultima è utilizzata solo per i dati di dettaglio degli impianti a biomasse e a combustibili petroliferi.

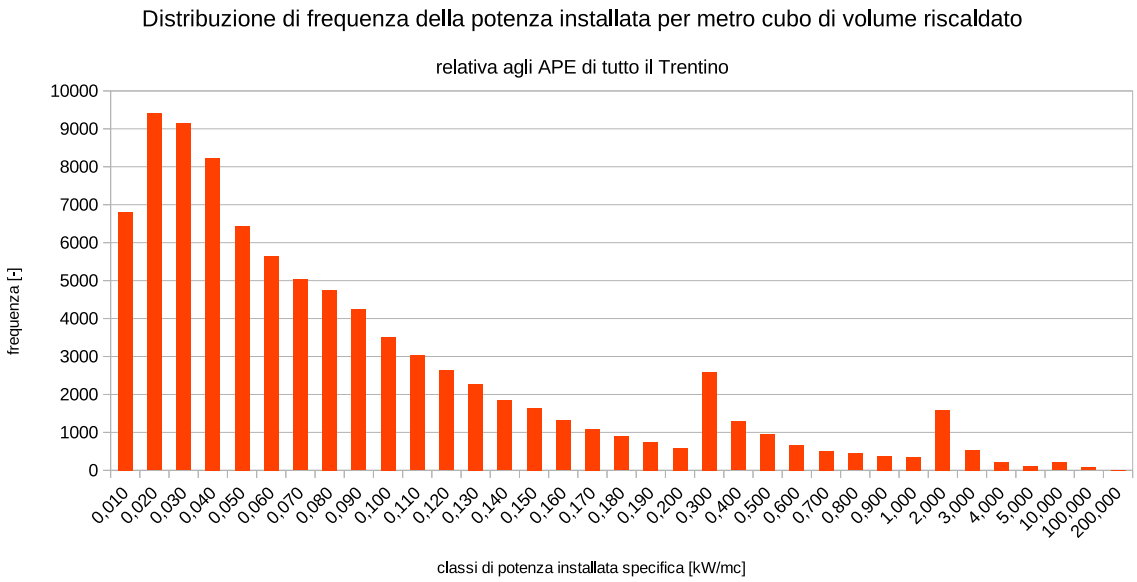


Figura 10.1: distribuzione di frequenza della potenza installata per metro cubo di volume riscaldato, relativa agli APE del Trentino. Si noti il cambio di grandezza delle classi a 0,3 kW/mc e 2,0 kW/mc che produce dei picchi artificiosi nella curva di distribuzione.

appartamenti citati dall'attestato; si assume quindi che abbiano la stessa volumetria dell'unità immobiliare in questione, contando su un sostanziale bilanciamento dell'errore tra tutti gli APE. Si ritiene che una possibile fonte di valori molto elevati di potenza installata specifica per metro cubo sia proprio l'errata compilazione del campo "numero appartamenti".

Dopo aver valutato il problema, il prof. Baggio suggerisce di assumere il valore di 0,3 kW/mc come soglia: tutti i certificati caratterizzati da un valore maggiore vengono considerati invalidi e scartati. Vengono quindi eliminati 7.329 di 94.607 APE originali.

Come risultato, la somma di tutte le potenze installate di impianti per la climatizzazione invernale passa da 11.629.771 kW a 5.913.928 kW; questo salto così grande sembra essere un'ulteriore riprova della magnitudine degli errori individuati.

Conteggio ripetuto degli impianti centralizzati E' ora necessario sottolineare una problematica emersa con l'ultima versione ("versione certificato 2") dell'Attestato di Prestazione Energetica: è stata abolita la differenziazione tra impianti centralizzati e autonomi. Se quindi due appartamenti serviti da un impianto di riscaldamento centralizzato (come nel caso di uno stesso condominio) ricevono un APE, l'impianto (centralizzato) comparirà in entrambi gli attestati. Ciò porterà a conteggiare due volte l'impianto in questione, introducendo un errore. Questo problema riguarda solo la caratterizzazione impiantistica (potenza e numero di impianti) ottenuta dagli APE, ma non influisce sui dati termo-fisici ed energetici riportati negli stessi. Dei vari tipi di impianto, si ritiene che quelli che utilizzano metano o gasolio come combustibile siano i più interessati dal questa sovrastima, in quanto le altre tipologie di vettori vengono usate più raramente in impianti centralizzati.

E' possibile distinguere tra impianti centralizzati e autonomi in altri modi? Gli APE riportano il numero di unità immobiliari di cui è composto l'edificio, ma sapere che una certa unità immobiliare fa parte di un condominio non è discriminante, in quanto non c'è modo di sapere se questo o quanti altri appartamenti dell'edificio sono serviti da impianti autonomi. Si potrebbe usare ancora l'informazione della volumetria riscaldata insieme alla potenza installata dell'impianto, definendo dei range di consumo più precisi e calcolandone i multipli. Ad esempio, assumendo una soglia di consumo di 0,07 kW/mc (realistica), un attestato riportante un rapporto tra potenza installata e volume riscaldato di 0,3 kW/mc

indicherebbe un impianto di riscaldamento centralizzato che serve quattro unità immobiliari (ui):

$$\frac{0,3\ [\text{kW/mc}]}{0,07\ [\text{kW/mc/ui}]} = 4,3\ [\text{ui}] \approx 4\ [\text{ui}] \tag{10.1}$$

Questo metodo, però, non può tenere conto delle diverse volumetrie degli altri appartamenti (questo dato non è presente), e anche la definizione delle soglie può essere problematica a causa della variabilità delle condizioni al contorno sui dati termo-fisici degli edifici. Si ritiene quindi che nessuno dei metodi analizzati porterebbe ad un risultato preciso. Prima di studiare altre eventuali soluzioni, si cerca di quantificare il problema.

Si inizia considerando solo gli attestati di versione 1, che sono noti: per quanto riguarda il vettore metano, filtrando i dati e conteggiando solo gli APE relativi a caldaie, pompe di calore e cogeneratori, si ottengono 43.646, di cui 13.390 (il 31%) sono centralizzati. Si passa ora a stimare il numero di attestati di versione 2 interessati dal problema,[3] confrontando le particelle catastali: esse sono infatti uguali per unità immobiliari facenti parte dello stesso edificio.

Tra gli 11.175 attestati di versione 2 relativi ad unità immobiliari con almeno un generatore a metano, si trovano 4.562 attestati il cui comune e particella catastale è ripetuto almeno una volta. Questo indica che il 41% degli APE di versione 2 con vettore metano si riferisce ad unità immobiliari facenti parte di edifici pluri-unità (e in cui almeno un'altra unità è stata sottoposta a certificazione).

In conclusione, dei 55.849 APE relativi ad unità immobiliari con impianto a metano, 33.282 (il 60%) appartengono ad edifici pluri-unità. Per gli APE di versione 1 l'informazione è nota, e restano quindi 4.562 APE di versione 2 che potrebbero riferirsi ad impianti centralizzati. Non si conosce quanti di essi lo sono davvero, poichè nella versione 2 degli APE l'informazione è stata rimossa.

Si fa quindi presente che la stima del numero e della potenza installata per gli impianti a gas metano o a gasolio è inficiata da questa sovrastima; si invita quindi a fare riferimento sui dati del SIRE, che non presentano questo problema e hanno anche una copertura maggiore.

10.1.2 Risultati

E' stata creata una tabella riassuntiva, in cui sono riportati il numero e la potenza dei nuovi impianti installati nel triennio di riferimento e anche nel 2017 (quindi 2014, 2015, 2016 e 2017), per ogni tipologia di impianto e per ogni comunità di valle.[4] Si noti che solo l'impianto principale per climatizzazione invernale (denominato "ci_imp_1" nel database degli attestati) è stato considerato; gli apparecchi per solo raffrescamento estivo non sono quindi conteggiati (diversamente dal SIRE). Mantenendo la suddivisione secondo gli stessi parametri, è stata creata una tabella riassuntiva riportante il numero e la potenza cumulativi degli impianti. Tramite funzioni pivot sono stati redatti i grafici di queste tabelle, che vengono riportati di seguito solo per il numero di nuove installazioni e numero cumulativo di installazioni. I grafici della nuova potenza installata e potenza cumulativa installata non vengono presentati, in quanto inficiati dal problema del conteggio multiplo degli impianti centralizzati; per la potenza degli impianti si rimanda quindi ai dati del SIRE, che non presentano questo problema.

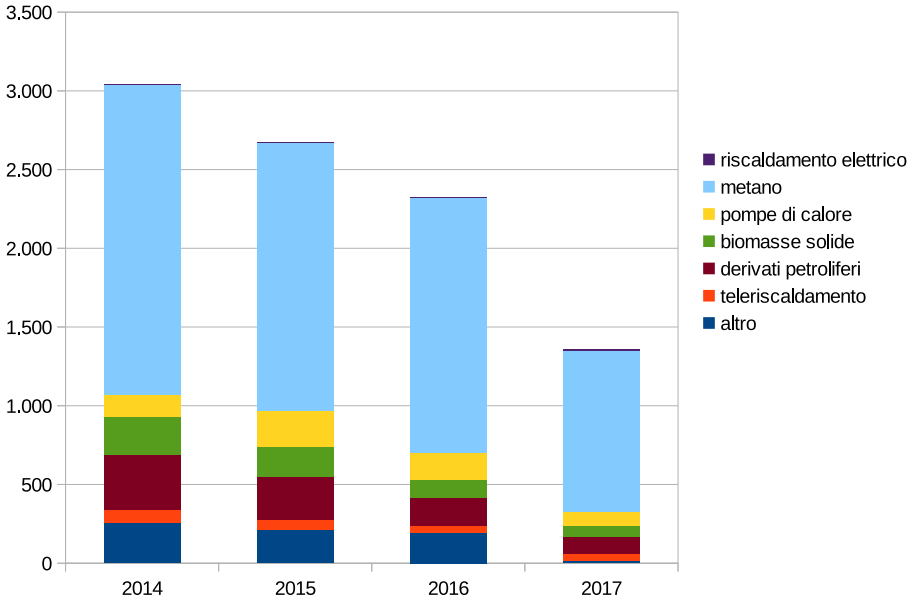
I terminali di teleriscaldamento vengono inclusi in questa elaborazione generale, ma non in quelle di dettaglio; per informazioni precise su di essi, infatti, si rimanda direttamente ai dati degli impianti di teleriscaldamento. Si ricordi inoltre che i dati relativi agli impianti a gas metano e a gasolio sono sovrastimati a causa degli impianti centralizzati, come spiegato nel paragrafo precedente.

[3] Si ricordi che la versione 1 degli APE indica esplicitamente se in impianto è autonomo oppure no, mentre questa informazione è stata rimossa nella versione 2.

[4] Si è considerato l'anno di installazione dell'impianto, non di creazione dell'APE.

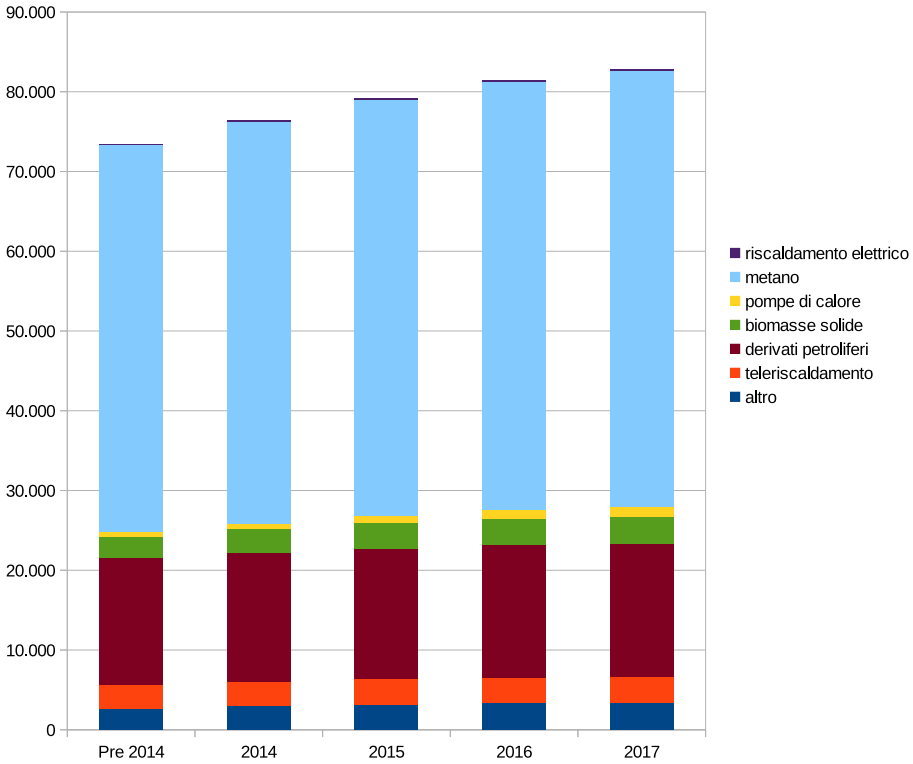
APE - Numero di impianti installati sul territorio provinciale

per anno e tipologia di combustibile



APE - Numero totale di impianti sul territorio provinciale

per anno e tipologia di combustibile



10.2 Elaborazione del SIRE

Il database del SIRE è stato estratto al 25/07/2018. Come per gli APE, è stata creata una tabella riassuntiva per comunità di valle, con il numero e la potenza dei nuovi impianti installati nei quattro anni di riferimento (2014, 2015, 2016 e 2017), per ogni tipologia di impianto. Si noti che, nel SIRE, ad ogni record corrisponde un generatore (chiamato anche "apparecchio"); ogni impianto è costituito da uno o più generatori, identificati tramite un codice impianto. Il numero di impianti non è quindi dato dal numero di record, ma dal numero di codici impianto (senza contare più volte quelli ripetuti per più generatori).

Anche qui si riscontrano degli errori macroscopici, ovvero dei valori di potenza installata eccessivamente alta. A differenza del database degli APE, in questo caso essi sono o di immediata individuazione, o non rilevabili. Manca infatti qualunque altra informazione diversa dai dati di targa dell'apparecchio; non si possono quindi effettuare ulteriori considerazioni per validare i record. L'unico modo per farlo sarebbe controllare manualmente ogni record sospetto con la scheda tecnica ottenibile su richiesta dal produttore (o scaricabile da internet). Visto il numero di apparecchi (e considerando pure che per i meno nuovi è difficile reperire le schede tecniche), questa via non è contemplata. Vengono effettuati solo alcuni controlli su record particolarmente strani. Non vengono perciò applicati filtri particolari, ma ci si limita ad individuare tutti i generatori con potenza installata maggiore di 5 MW: si ottengono esattamente 100 record. La soglia di 5 MW è scelta perchè un controllo delle schede tecniche da internet conferma la reale esistenza sul mercato delle caldaie con potenza tra 4 e 5 MW, mentre controllando quelle superiori a 5 MW, si conferma che l'installatore ha scritto il valore di potenza in W invece che in kW (inserendo, ad es. 24000 kW invece che 24 kW). Di questi 100 record errati, 94 riguardano caldaie alimentate a metano; i restanti 6, pompe di calore alimentate ad energia elettrica.

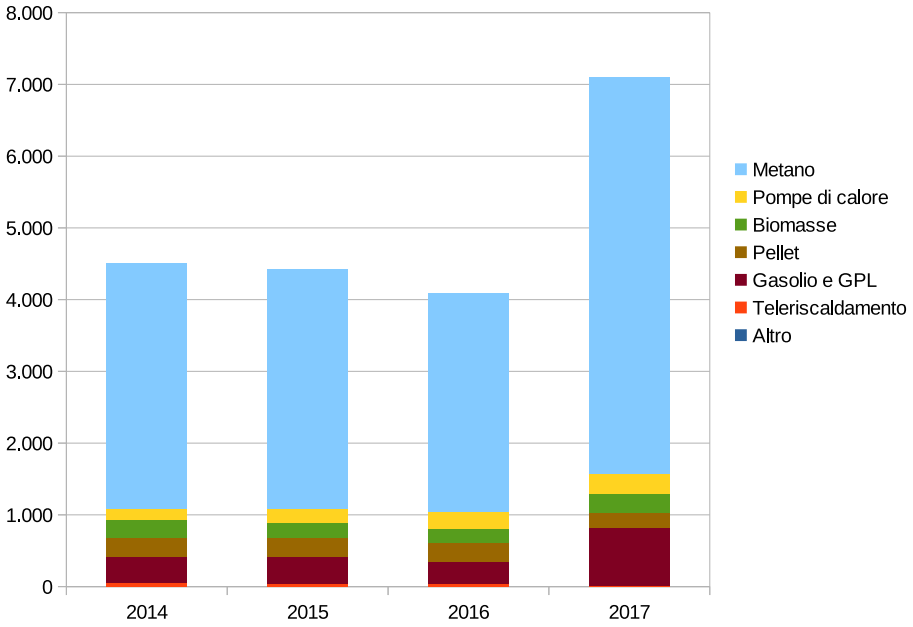
Il database che viene fornito non contiene informazioni riguardo la localizzazione degli apparecchi; invece, viene reso disponibile un file che correla ogni codice impianto con il relativo indirizzo. Un certo numero di questi indirizzi non è scritto in modo formalmente corretto, e spesso presentano denominazioni topografiche non standardizzate o diverse tra loro; inoltre, alcuni riportano edifici specifici, come scuole o uffici pubblici. Comunque, dopo alcune elaborazioni, si riescono a far riconoscere correttamente tutti gli indirizzi e correlarli automaticamente alla comunità di valle di appartenenza.

Come già illustrato per gli APE, si riportano i grafici del numero di nuovi impianti installati e numero cumulativo di impianti, cui si aggiungono i grafici della nuova potenza installata e della potenza installata cumulativa. Si noti che i grafici si riferiscono all'anno di installazione del generatore, non di accatastamento nel SIRE.

Un'ulteriore piccola nota riguarda la tipologia di impianti censiti nel SIRE: vengono accatastati tutti i generatori domestici, tranne le piccole stufe economiche. Gli impianti per uso industriale non vengono contemplati.

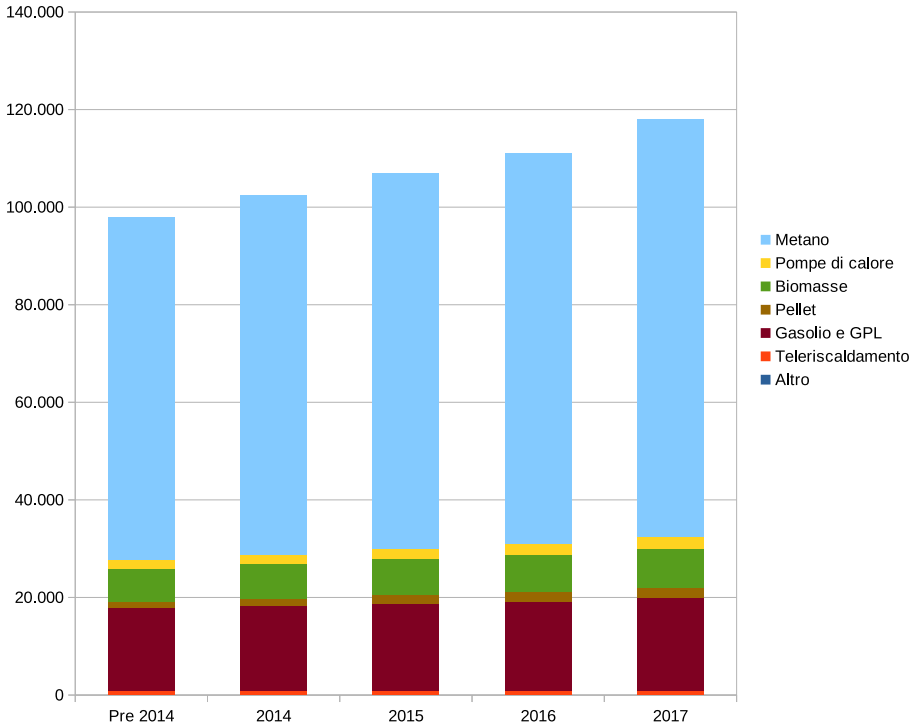
SIRE - Numero di impianti installati sul territorio provinciale

per anno e tipologia di combustibile



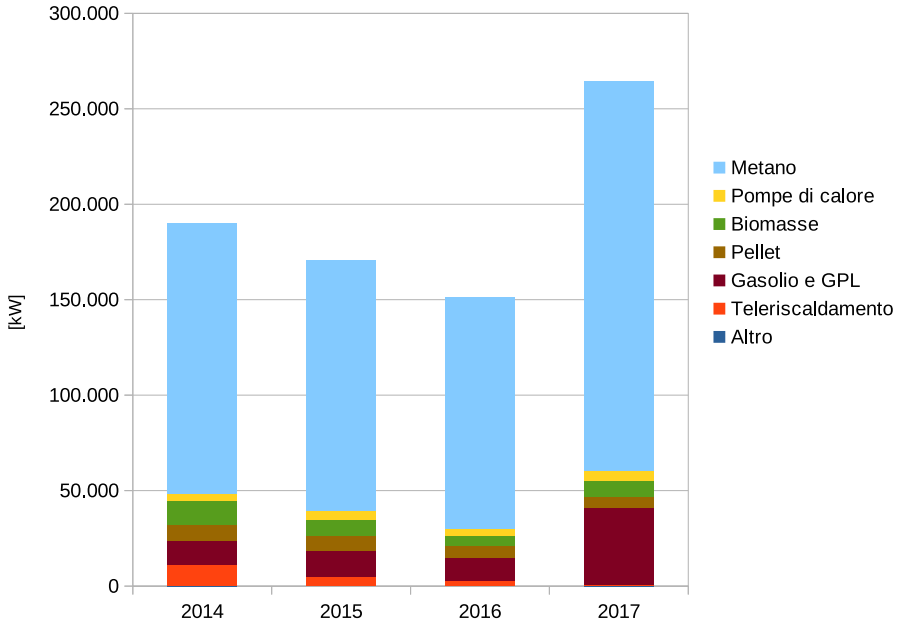
SIRE - Numero totale di impianti sul territorio provinciale

per anno e tipologia di combustibile



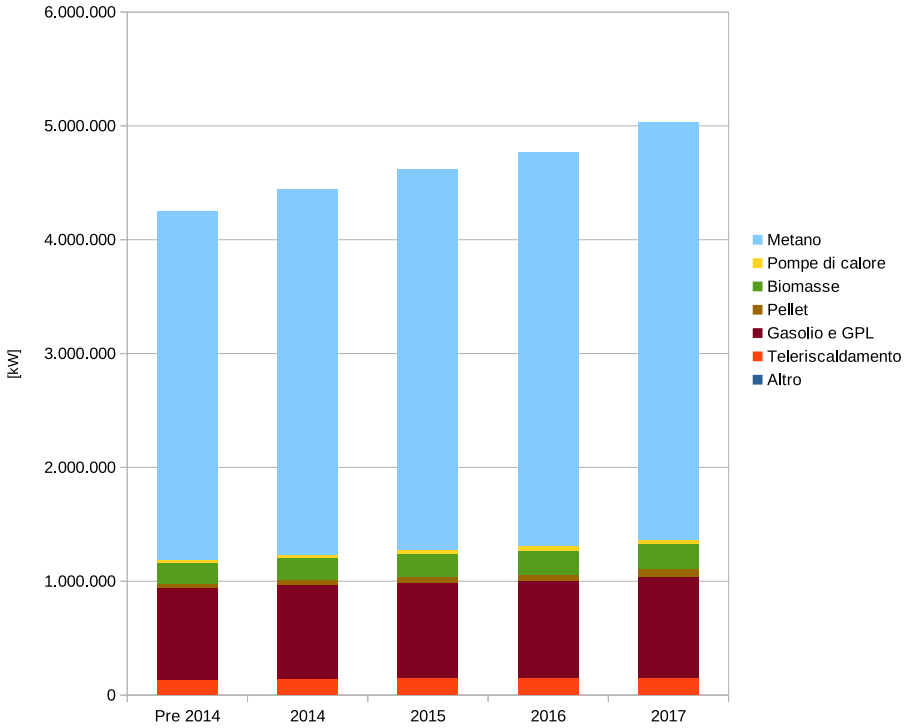
SIRE - Nuova potenza installata sul territorio provinciale

per anno e tipologia di combustibile



SIRE - Potenza totale installata sul territorio provinciale

per anno e tipologia di combustibile



10.3 Studio di dettaglio

A questo punto, ogni tipologia di impianto è stata studiata separatamente e più in dettaglio: impianti a metano, pompe di calore, impianti a biomasse e impianti a combustibili fossili derivati dal petrolio (gasolio e GPL). Per ognuna di queste tipologie di impianti, vengono prodotti il grafico della nuova potenza installata e della potenza installata cumulativa, del numero di nuove installazioni e del numero cumulativo di impianti presenti sul territorio. Questi grafici, per anno e comunità di valle, vengono riportati sia per i dati del database del SIRE che per quello degli APE. Dato il numero di grafici risultante, essi vengono presentati in Appendice E, per non appesantire la lettura.

Nota riguardo le differenze tra le versioni 1 e 2 degli APE Gli attestati di versione 1 e 2 classificano le biomasse combustibili in due modi diversi: nella versione 1, esse sono distinte in legna, cippato, pellets e biomassa, mentre nella versione 2 in biomasse solide, biomasse liquide e biomasse gassose. Ai fini dell'elaborazione, si decide di sommare da subito tutte le tipologie di biomassa. Nella Sezione E.3 dell'Appendice E si presenta un'analisi dettagliata delle tipologie di biomassa, per quanto permesso dalle informazioni nella versione 1 dei certificati (in uso fino al 2017).

Anche riguardo gli impianti a combustibili fossili si riscontrano differenze: la versione 1 classifica in gasolio, GPL, kerosene, oli, "olio low zolfo" e "olio high zolfo", sebbene le ultime tre categorie rappresentino meno dell'1% del numero di impianti a combustibili fossili; anche per la tipologia kerosene non si riscontrano utilizzi nel periodo di riferimento. La versione 2 degli APE distingue invece solo tra gasolio, "gasolio e olio combustibile" e GPL. Come per le biomasse, anche in questo caso ai fini dell'elaborazione si considera il totale di tutte queste sotto-categorie, mentre quest'ultime vengono analizzate più dettagliatamente nella Sezione E.4.1 dell'Appendice E.

10.4 Considerazioni sul campione statistico del SIRE

Questa panoramica della situazione impiantistica provinciale è molto utile di per sè; come già detto, tuttavia, si potrebbero fare delle analisi ancora più approfondite se si verificasse che la stratificazione dei due database è omogenea e che quindi essi rappresentano statisticamente la situazione reale.

Per quanto concerne il SIRE, si individua un'unica possibilità di effettuare un confronto con una situazione reale nota: il numero di Punti di Riconsegna (PDR). Questi rappresentano il numero di contratti di fornitura del gas metano, e vengono confrontati con il numero di impianti a metano censiti nel SIRE. Questi ultimi non sono solo caldaie standard, ma anche pompe di calore con motore endotermico. I risultati vengono mostrati in tabella 10.1 e nel grafico di figura 10.2. Si noti che la differenza tra PDR e impianti censiti cala di anno in anno, a riprova della continua espansione del database.

Tabella 10.1: confronto tra il numero di Punti di Riconsegna (PDR) del gas metano e il numero di impianti a metano censiti nel SIRE. Dati totali per la provincia di Trento (origine dati PDR gas: APRIE, 2017).

	2014	**2015**	**2016**
n. PDR	178.968	183.574	185.062
n. imp. metano SIRE	84.519	88.355	91.791
differenza %	52,77%	51,87%	50,40%

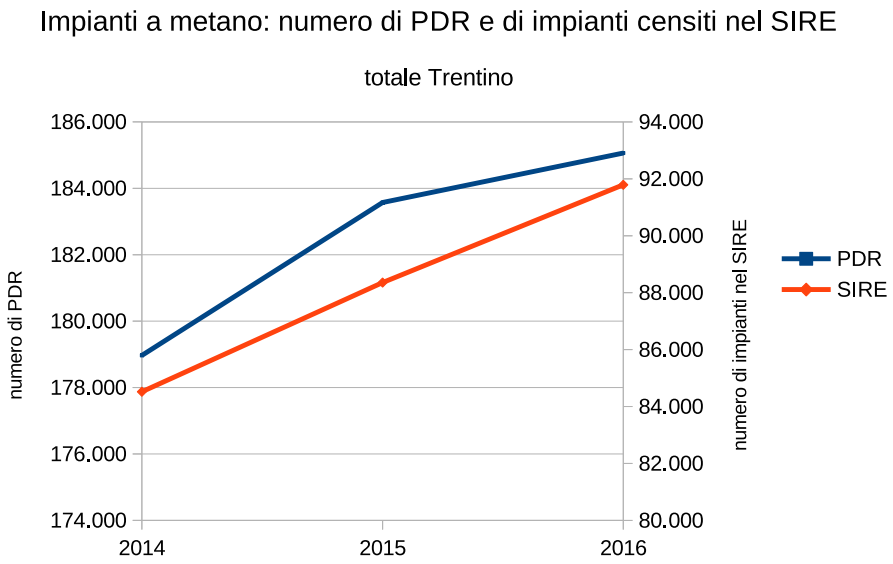


Figura 10.2: confronto tra il numero di Punti di Riconsegna (PDR) del gas metano e il numero di impianti a metano censiti nel SIRE. Dati totali per la provincia di Trento (origine dati PDR gas: APRIE, 2017).

10.5 Considerazioni sul campione statistico degli APE

Riguardo gli APE, la validazione deve riguardare entrambi i livelli menzionati a inizio capitolo: quantitativo ("la percentuale di copertura dei vari tipi di impianto è la stessa?") e qualitativo ("i dati termo-energetici riportati negli attestati descrivono correttamente la situazione reale?"). Quest'ultima verifica si può tentare per mezzo dei fabbisogni di energia termica per il riscaldamento invernale degli edifici con impianti a metano. Questo fabbisogno può infatti essere convertito nel corrispondente consumo di metano annuale (consumo a preventivo), che a sua volta può essere confrontato con i consumi di metano reali rilevati dai distributori (consumo a consuntivo, riportato nel Capitolo 1). La scelta del metano come vettore su cui effettuare il confronto è dettata dal fatto che i dati dei distributori di gas sono i più adatti allo scopo, in quanto disponibili con un elevato grado di affidabilità e ad una scala spaziale molto dettagliata (comunale). Inoltre, questa tipologia di impianto è la più diffusa nella provincia.

Il passaggio da fabbisogno di energia preventivato al corrispondente consumo di gas deve però tenere conto di vari fattori e correzioni; questa validazione è complessa ed è perciò affrontata in una pubblicazione separata. Si noti che un'analisi simile è già stata condotta da F. Carrara, R. Brunelli e M. Borgatello e presentata in un documento interno ad APRIE. Essi evidenziano anche che "*il calcolo analitico dei consumi, se sufficientemente dettagliato e applicato ad un numero elevato di abitazioni, permette il confronto statistico con i dati a consuntivo disponibili fornendone una interpretazione di dettaglio strutturale adeguata alle necessità della pianificazione energetica.*"

Per quanto concerne il livello quantitativo, invece, vale la stima di copertura del 24,6% esposta a inizio capitolo (basata sul numero di unità immobiliari accatastate).

Capitolo 11

Utilizzo dei carburanti da autotrazione per comunità di valle

a cura dell'ing. B. Nodari

Una ripartizione di tali vettori a livello comunale o per comunità di valle in modo analogo a quanto operato per i precedenti vettori energetici (gas metano, prodotti petroliferi per riscaldamento e energia elettrica) sarebbe possibile se si potesse tracciare, seppur per un breve periodo, un campione rappresentativo di veicoli per ogni comunità di valle.
Non essendo possibile ricavare quindi una discretizzazione per uso reale su base statistica si è ipotizzato di distribuire i vettori in funzione di:

- luogo di vendita;
- zona geografica di maggior utilizzo;
- numero di mezzi presenti per comunità di valle.

Nel primo caso si dovrebbe disporre dei dati di vendita di carburanti presso i distributori di ogni comunità di valle che l'Agenzia delle Dogane o l'Agenzia delle entrate raccoglie a fini fiscali. Purtroppo, i due enti non hanno fornito ad oggi i dati richiesti. Unico dato reperibile è lo stato dei distributori presenti sul territorio come indicati nel 2018 - osservatorio carburanti - https://carburanti.mise.gov.it: si è provveduto quindi a discretizzare i distributori per comunità di valle come da tabella in figura 11.1 e da figura 11.2.

Il secondo metodo, esposto in dettaglio in Appendice H, è stato valutato sulla base dei rilevamenti di traffico operati dal Servizio Gestione Strade mediante le 100 unità di rilievo presenti sul territorio provinciale: si precisa che 24 unità sono attive solo dal 2016.

Le suddette centraline, il cui elenco è riportato in Appendice H, rilevano i passaggi giornalieri differenziando per le diverse tipologie di veicoli:

- motocicli;
- autovetture e monovolumi;
- autovetture e monovolumi con rimorchio;
- furgoni;
- autocarri, discretizzando tra taglia media (fino a 8m di interasse) o grande (oltre 8m interasse);
- autocarri con rimorchio;
- trattori con semirimorchio;
- autobus.

Comunità di Valle	Numero Distributori Strade Urbane ed extraurbane	Numero Distributori A22
Comun General de Fascia	6	-
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	19	-
Comunità Alto Garda e Ledro	21	-
Comunità del Primiero	5	-
Comunità della Paganella	3	-
Comunità della Vallagarina	31	3
Comunità della Valle dei Laghi	5	-
Comunità della Valle di Cembra	3	-
Comunità della Valle di Sole	12	-
Comunità delle Giudicarie	18	-
Comunità Rotaliana-Königsberg	15	2
Comunità territoriale della Val di Fiemme	11	-
Comunità Val di Non	17	-
Comunità Valsugana e Tesino	13	-
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	3	-
Territorio Val d'Adige	33	-
Totale complessivo	215	5

Figura 11.1: Elaborazione dati provinciali da osservatorio carburanti.

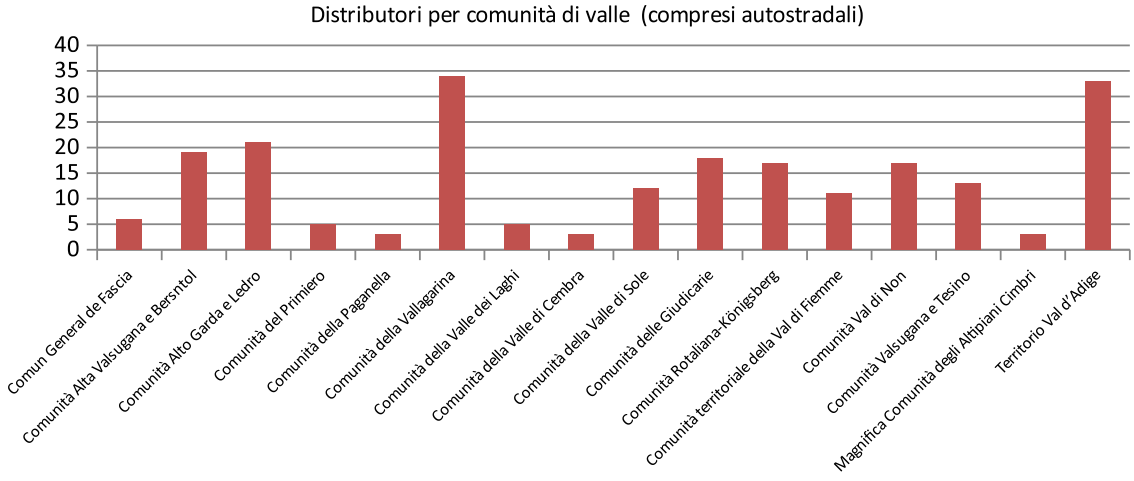


Figura 11.2: Elaborazione dati provinciali da osservatorio carburanti.

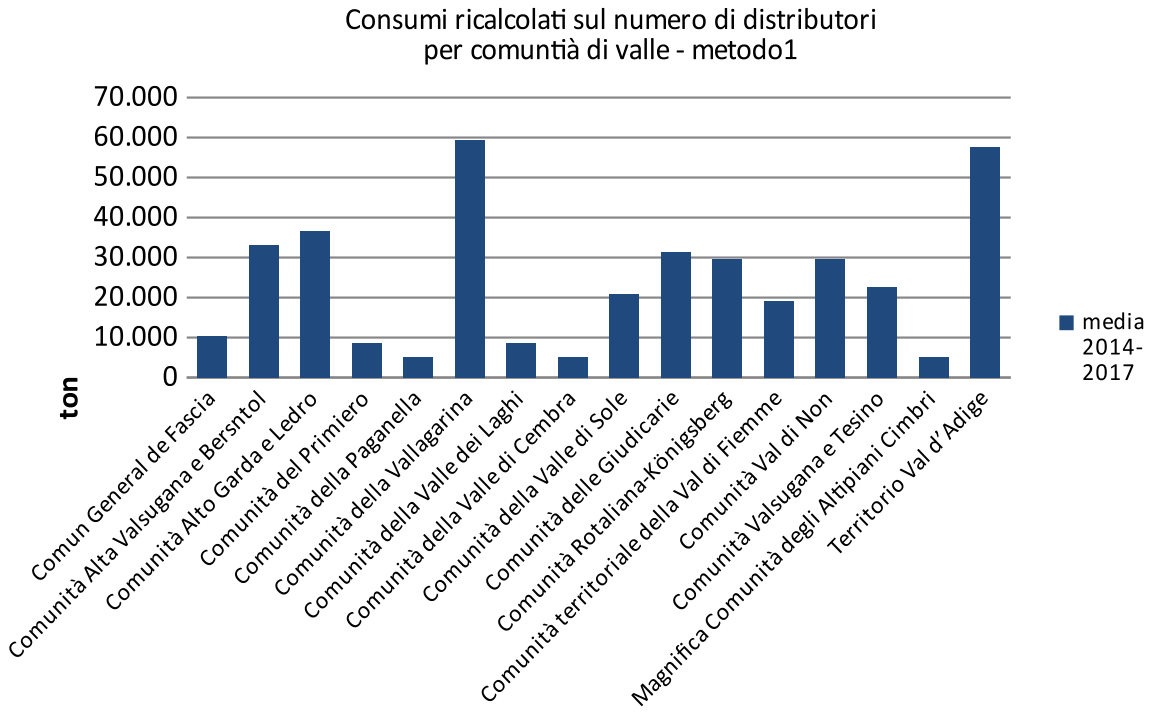


Figura 11.3: Elaborazione dati provinciali da osservatorio carburanti.

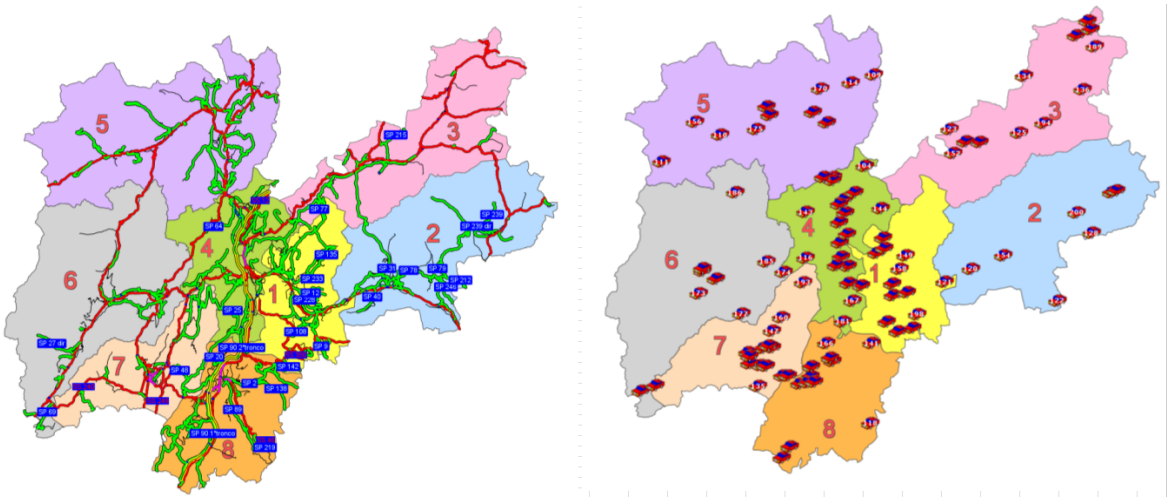


Figura 11.4: Distribuzione stradale provinciale e distribuzione sensori Servizio Gestione Strade.

Per la nostra elaborazione si è provveduto a considerare solo il valore cumulato di passaggio per ogni centralina e la suddivisione in comunità di valle delle stesse: si è poi provveduto a calcolare il peso percentuale di ogni comunità di valle per ogni anno e si sono ri-parametrizzati i volumi di combustibili per autotrazione in base alle stesse. Si riporta di seguito quanto desunto in figura 11.5.

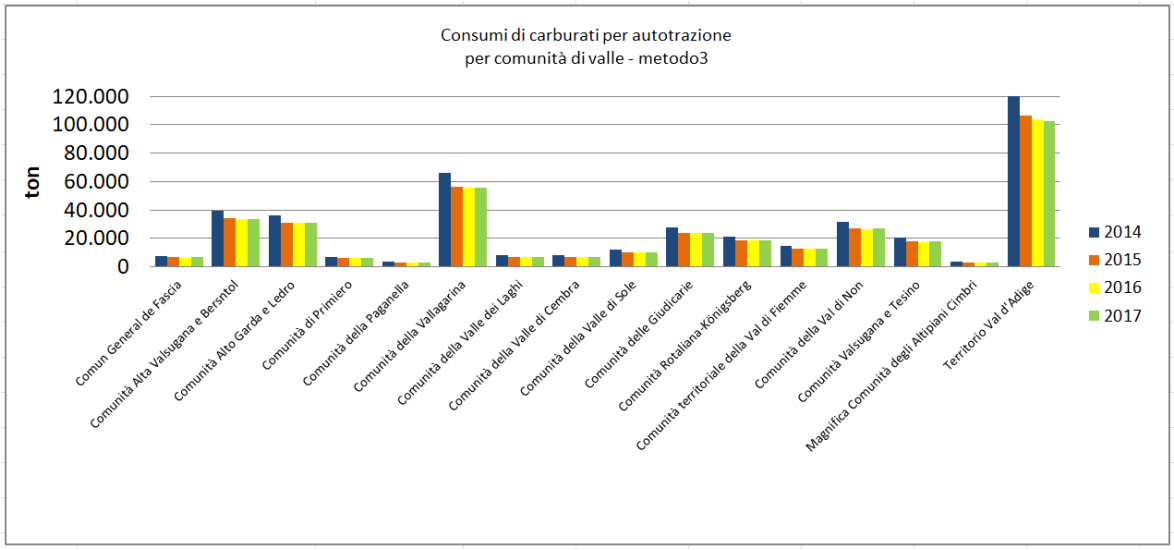


Figura 11.5: elaborazione dati consumi carburanti per comunità di valle mediante ripartizione in base ai passaggi rilevati dai sensori di traffico.

comunità di valle	numero sensori
Comun General de Fascia	6
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	10
Comunità Alto Garda e Ledro	14
Comunità del Primiero	4
Comunità della Paganella	3
Comunità della Vallagarina	11
Comunità della Valle dei Laghi	3
Comunità della Valle di Cembra	1
Comunità della Valle di Sole	6
Comunità delle Giudicarie	8
Comunità Rotaliana-Königsberg	6
Comunità territoriale della Val di Fiemme	6
Comunità Val di Non	5
Comunità Valsugana e Tesino	3
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	3
Territorio Val d'Adige	11

Figura 11.6: Numero di sensori per ogni comunità di valle.

Si specifica che tale discretizzazione è falsata da alcuni fattori quali:

- la presenza di un numero superiore di sensori in alcune comunità di valle,
- il doppio conteggio e/o multiplo conteggio di una stessa vettura correlato all'impossibilità di verificare il numero totale di singole vetture.

Si segnala inoltre che l'aumento di passaggi in alcune comunità di valle negli anni 2016 e 2017 è dovuto alla progressiva popolazione dei sensori nella provincia.

Per il terzo metodo si sono utilizzati i dati relativi ai veicoli per i quali è stata pagata la tassa sulla proprietà, per categoria e comunità di valle pubblicati da ISPAT su fonte ACI.

Comunità di Valle	2014	2015	2016	2017
Val di Fiemme	16.306	16.493	16.828	17.141
Primiero	7.750	7.852	7.911	7.997
Valsugana e Tesino	21.798	22.032	22.552	22.932
Alta Valsugana e Bersntol	41.870	42.377	43.145	44.152
Valle di Cembra	8.390	8.484	8.622	8.730
Val di Non	31.242	31.942	32.437	33.161
Valle di Sole	12.147	12.460	12.673	12.776
Giudicarie	30.604	30.891	31.322	31.708
Alto Garda e Ledro	42.708	43.305	44.557	45.756
Vallagarina	71.286	71.846	73.102	74.150
Comun General de Fascia	8.555	8.695	8.813	8.994
Altipiani Cimbri	3.726	3.740	3.847	3.891
Rotaliana-Königsberg	22.687	22.907	23.394	23.979
Paganella	3.683	3.732	3.793	3.875
Territorio Val d'Adige	225.531	263.974	303.287	362.802
Valle dei Laghi	8.444	8.503	8.664	8.809
Non definita	161	141	125	119
Totale	**556.888**	**599.374**	**645.072**	**710.972**

Figura 11.7: Numero di sensori per ogni comunità di valle.

Il numero di veicoli per comunità di valle, per la sola caratterizzazione Autovetture (che copre il 77% dei veicoli riportati nella tabella sovrastante), si è confrontato con il numero di abitanti aventi un età superiore ai 18 anni (non compreso): dato derivato dal rapporto ISPAT sullo stato demografico. Nel solo caso della comunità di valle "Territorio Val d'Adige" si è riscontrato un rapporto tra numero di veicoli e popolazione potenzialmente adibita alla guida inferiore all'unità dovuta verosimilmente a parchi macchina aziendali. Si è quindi utilizzato nel solo caso della sopracitata comunità di valle il numero di utenti over 18 in vece del numero autovetture.

Anno	Autovetture	Autobus	Autocarri merci e speciali	Trattori o motrici stradali	Rimorchi e semirimorchi	Motocicli	Motocarri e motoveicoli
2014	77%	0%	11%	0%	1%	10%	1%
2015	77%	0%	11%	0%	1%	9%	1%
2016	77%	0%	12%	0%	1%	9%	1%
2017	77%	0%	12%	0%	1%	8%	1%

Figura 11.8: Numero di veicoli per tipologia per anno. Fonte: ISPAT.

Calcolato quindi il peso percentuale di ogni comunità di valle sin sono ri-suddivisi i consumi petroliferi: come nel caso della Figura 11.9.

Dal Servizio Commercio sono stati resi disponibili i dati dei combustibili dichiarati per comune, differenziati per uso stradale e privato dei seguenti vettori energetici: benzina senza piombo, olio da gas (gasolio), petrolio lampade (cherosene), GPL, metano (per anno 2014 solo uso stradale mentre per anni 2015, 2016 e 2017 anche privato), Avio e Jet (solo per anno 2014).

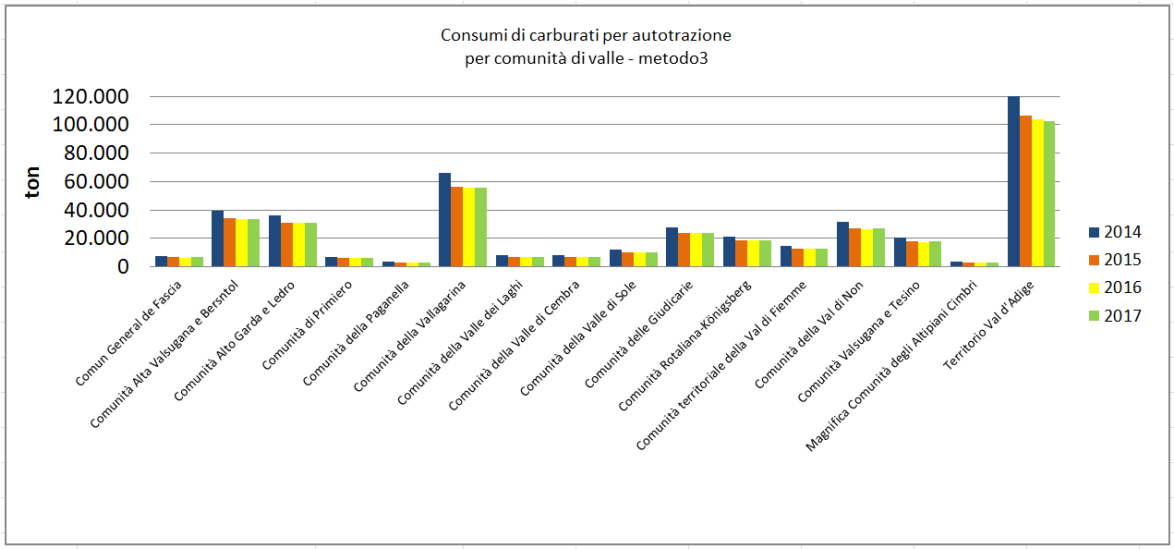


Figura 11.9: Elaborazione dati consumi carburanti per comunità di valle mediante ripartizione in base ai veicoli per comunità di valle.

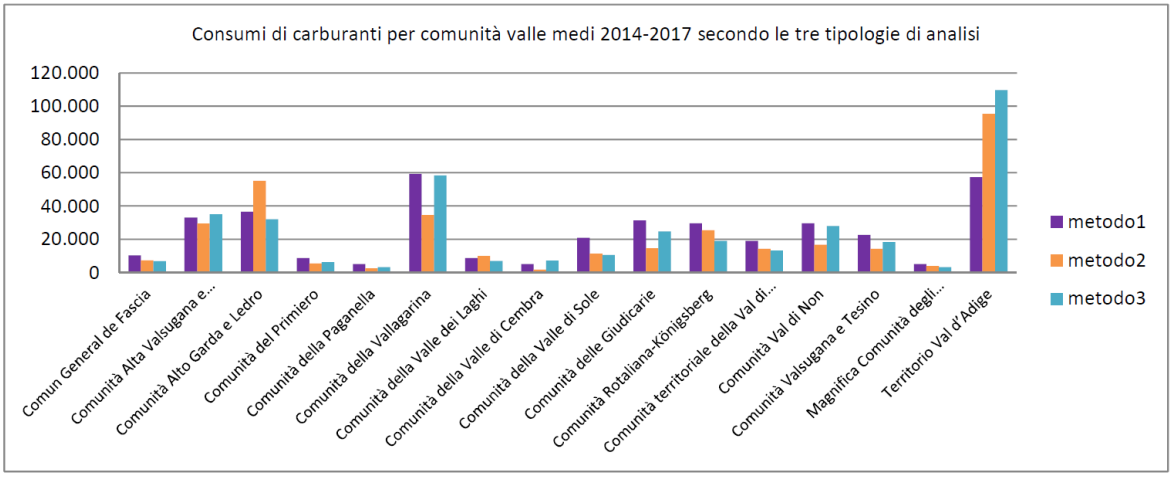


Figura 11.10: Confronto delle tre metodologie.

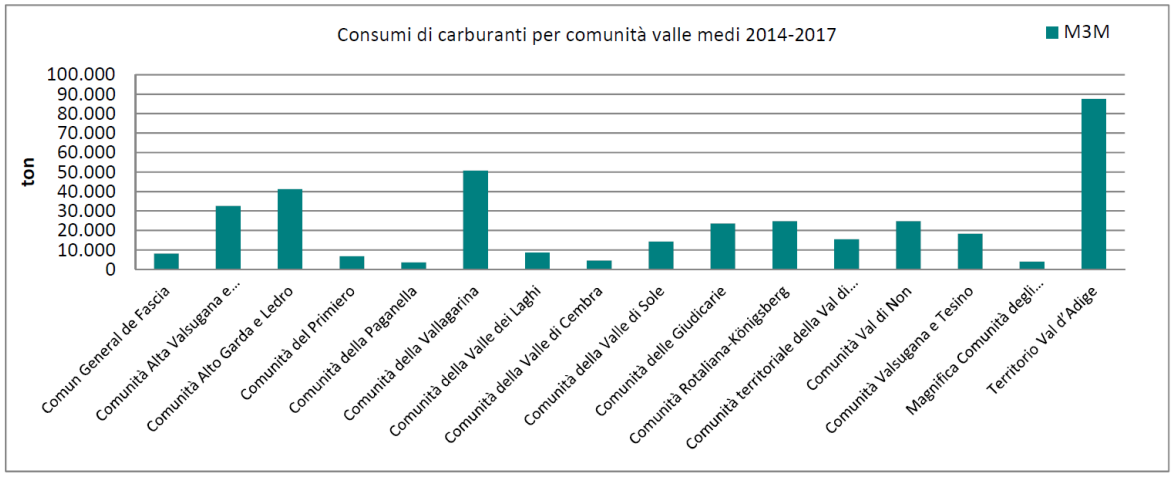


Figura 11.11: Valore medio delle tre tipologie per comunità di valle.

Per l'analisi si sono presi in considerazione solo i consumi di Benzina, gasolio e GPL, per i quali erano presenti i dati MISE, di confronto ipotizzando come direttamente confrontabili con la voce "rete ordinaria" i vettori sotto la classificazione "stradale" e come "extra-rete" i vettori "privati".

Si riporta nella tabella di figura 11.12 un veloce confronto tra i dati MISE e quelli reperiti dal Servizio Commercio: si sottolinea come la differenza comprenda anche il valore di benzina e gasolio autostradali per cui non si è a conoscenza ad oggi se tale dato sia considerato dal Servizio Commercio e in quale voce.

	ANNO	Benzina				Gasolio motori				G.P.L.	
		Totale	Rete		Extra Rete	Totale	Rete ordinaria	Autostrad.	Extra rete	Totale	Autotraz. Extra Rete
			Ordinaria	Autostrad.							
MISE	2014	82.587	66.931	2.757	12.899	354.386	140.602	10.785	202.999	10.352	1.001
	2015	82.690	65.653	2.704	14.333	291.506	144.170	10.730	136.606	10.399	925
	2016	81.000	62.719	2.567	15.714	287.102	143.262	9.704	134.136	9.002	832
	2017	69.827	52.887	2.495	14.445	298.109	123.115	9.305	165.689	8.420	919

	ANNO	Benzina				Gasolio motori				G.P.L.	
		Totale	Rete		Extra Rete	Totale	Rete ordinaria	Autostrad.	Extra rete	Totale	Autotraz. Extra Rete
			Ordinaria	Autostrad.							
DATI	2014	75.644	75.540		103	270.372	174.099		96.273	10.893	13
	2015	76.614	76.520		94	275.271	180.863		94.407	9.831	15
	2016	75.998	75.898		100	276.705	183.376		93.330	10.240	11
	2017	80.219	80.125		94	281.307	183.604		97.703	7.075	1

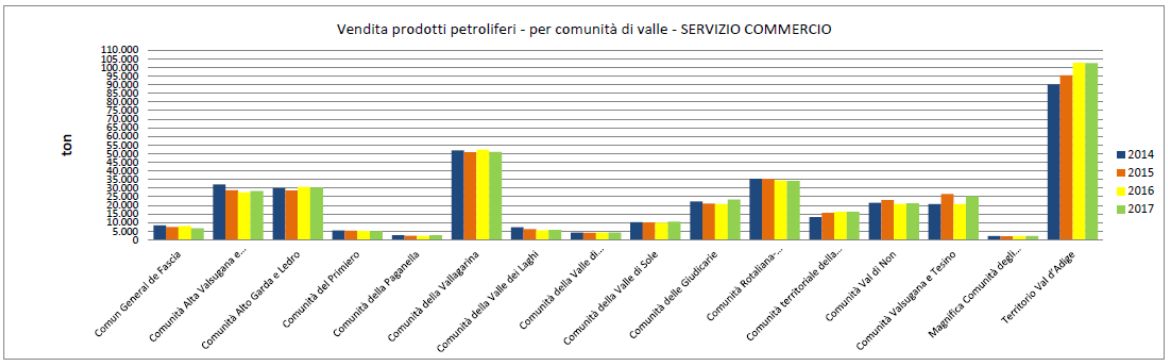
	ANNO	Benzina				Gasolio motori				G.P.L.	
		Totale	Rete		Extra Rete	Totale	Rete ordinaria	Autostrad.	Extra rete	Totale	Autotraz. Extra Rete
			Ordinaria	Autostrad.							
differenza	2014	6.943				84.014				-541	
	2015	6.076				16.235				568	
	2016	5.002				10.397				-1.238	
	2017	-10.392				16.802				1.345	

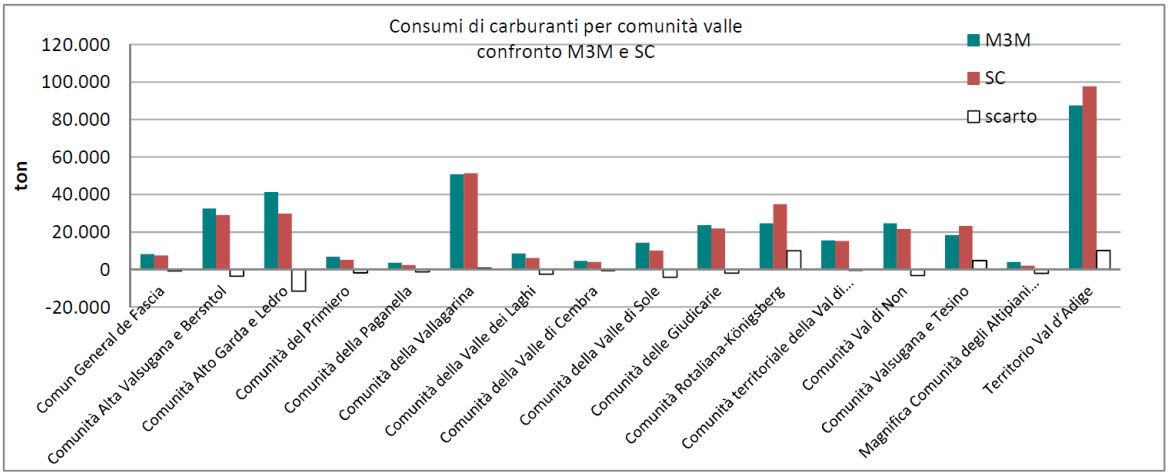
Figura 11.12: confronto tra i dati MISE e quelli reperiti dal Servizio Commercio. Valori in tonnellate.

Nonostante le differenze si è utilizzata la discretizzazione spaziale derivata dai consumi del servizio commercio per verificare se le ipotesi fatte in precedenza avessero un'attendibilità. Si è quindi raggruppato per comunità di valle ogni vettore: si riportano di seguito i dati così elaborati.

comunità di valle	da SERVIZIO COMMERCIO				da elaborazione da dati MINISTERO			
	ton	ton	ton	ton	ton	ton	ton	ton
	2014	2015	2016	2017	metodo1	metodo2	metodo3	M3M
Comun General de Fascia	8.302	7.384	8.044	6.639	10.754	7.652	7.053	8.486
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	32.070	28.695	27.485	28.303	34.054	30.407	36.177	33.546
Comunità Alto Garda e Ledro	29.982	28.443	30.610	30.168	37.639	56.744	33.019	42.467
Comunità del Primiero	5.412	5.186	5.063	5.006	8.962	5.671	6.456	7.030
Comunità della Paganella	2.613	2.360	2.269	2.554	5.377	2.714	3.301	3.797
Comunità della Vallagarina	51.849	50.788	52.362	50.940	60.939	35.604	60.190	52.244
Comunità della Valle dei Laghi	7.191	6.215	5.484	5.760	8.962	10.463	7.274	8.899
Comunità della Valle di Cembra	4.158	4.092	4.139	4.198	5.377	1.737	7.364	4.826
Comunità della Valle di Sole	10.239	10.094	9.890	10.390	21.508	11.810	10.867	14.728
Comunità delle Giudicarie	22.183	20.933	20.798	23.386	32.262	15.191	25.434	24.296
Comunità Rotaliana-Königsberg	35.441	35.214	34.392	34.130	30.469	26.229	19.699	25.466
Comunità territoriale della Val di Fiemme	13.118	15.518	16.187	16.184	19.716	14.692	13.723	16.044
Comunità Val di Non	21.455	22.862	20.734	21.101	30.469	17.280	28.788	25.513
Comunità Valsugana e Tesino	20.695	26.513	20.667	25.201	23.300	14.814	18.885	18.999
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2.100	2.013	2.107	2.161	5.377	4.031	3.310	4.239
Territorio Val d'Adige	90.102	95.406	102.713	102.480	59.147	98.036	112.771	89.984
totale	356.908	361.716	362.944	368.602	394.310	353.076	394.310	380.565

Figura 11.13: Consumi di carburanti per autotrazione. Valori in tonnellate.





Capitolo 12

Produzione elettrica fotovoltaica

a cura dell'ing. B. Nodari

La fonte fotovoltaica è quella che presenta una maggior numerosità di impianti: sul panorama Trentino sono ad oggi presenti oltre 15.000 impianti fotovoltaici per una potenza complessiva installata di poco meno di 180 MW.

Vista la forte incentivazione di tale fonte negli anni passati i distributori hanno potuto darci un dettaglio di informazioni superiore in quanto i valori di produzione dell'energia sono registrati per la richiesta dei suddetti incentivi: sono stati quindi ricavati per ogni comunità di valle il numero di impianti, la potenza totale installata, l'energia prodotta dagli impianti incentivati e l'energia immessa in rete. Tuttavia, la presenza di impianti incentivati e non incentivati, che potrebbero essere dotati di contatori di produzione tele-leggibili oppure non esserlo, rende necessaria una stima della produzione elettrica globale: tale stima è ipotizzata a partire dai dati di potenza raccolti per ogni comunità di valle. Si riporta di seguito un confronto dei dati raccolti a livello provinciale dai distributori e dei dati dichiarati da Terna.

anno	P.Dist.	P.Terna	N°imp.Dist.	N°imp.Terna
	MW	MW	-	-
2014	166,4	166,1	13.991	14.183
2015	170,7	170,1	14.609	14.764
2016	175,7	-*	15.177	15.403
2017	180,5	179,9	15.766	15.919

*dato non reperito

Figura 12.1: Potenza installata in provincia di Trento e numero di impianti in base ai dati raccolti dai distributori a confronto con i dati TERNA.

I dati dei distributori portano ad avere una potenza installata globale inferiore a quella indicata da Terna a fronte di circa 200 impianti in più: la discrepanza del dato è probabilmente dovuta a approssimazioni delle taglie di potenza da parte dei distributori, a variazioni in corso d'opera della potenza degli impianti non trasportata poi nei database e/o a doppi conteggi di impianti a sezione o per cui è stato chiesto un aumento di potenza. Vista la numerosità degli impianti, l'errore, che si attesta al 1% in riferimento al numero di impianti e al 0,2% in riferimento alla potenza, è comunque accettabile per determinare una suddivisione spaziale a livello di comunità di valle.

Si è quindi valutata la produzione a partire dei dati di potenza complessiva degli impianti per comunità di valle, forniti dai distributori, e dal valore della producibilità media stimato mediante open source PVGIS (http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/). Le ipotesi di modellazione in PVGIS sono state: orientamento a SUD, inclinazione 35°, perdite 14%.

Sono stati presi a riferimento 63 comuni per 16 comunità di valle in cui sono dislocati mediamente il 77% degli impianti registrati: si riportano in tabella 12.2 i comuni. Tale

analisi permette anche di individuare come in alcune comunità di valle gli impianti siano sensibilmente concentrati presso pochi comuni mentre in altre ci siano una distribuzione spaziale meno accentrata.

COMUNE	Comunità di valle	% Potenza rappresentata	Ey medio comunità valle
CANAZEI-CIANACEI POZZA E VIGO DI FASSA MOENA-MOENA	Comun General de Fascia	81%	1.006
BASELGA DI PINÈ CIVEZZANO PERGINE VALSUGANA ALTOPIANO DELLA VIGOLANA	Comunità Alta Valsugana e Bersntol	67%	1.225
RIVA DEL GARDA DRO ARCO	Comunità Alto Garda e Ledro	70%	1.194
CANAL SAN BOVO PRIMIERO SAN MARTINO DI CASTROZZA IMER MEZZANO	Comunità del Primiero	99%	1.023
FAI DELLA PAGANELLA SPORMAGGIORE ANDALO MOLVENO	Comunità della Paganella	95%	1.184
ALA AVIO ROVERETO	Comunità della Vallagarina	70%	1.205
MADRUZZO VALLELAGHI	Comunità della Valle dei Laghi	80%	1.240
CEMBRA LISIGNAGO ALTAVALLE ALBIANO	Comunità della Valle di Cembra	61%	1.279
DIMARO FOLGARIDA MALÉ CALDES TERZOLAS CROVIANA PELLIZZANO OSSANA	Comunità della Valle di Sole	70%	990
COMANO TERME BORGO CHIESE FIAVÈ STORO SAN LORENZO DORSINO STENICO COMANO TERME SPIAZZO TIONE DI TRENTO BORGO LARES	Comunità delle Giudicarie	65%	1.180
LAVIS MEZZOCORONA MEZZOLOMBARDO	Comunità Rotaliana-Königsberg	80%	1.249
TESERO CARANO ZIANO DI FIEMME CAVALESE PREDAZZO CASTELLO-MOLINA DI FIEMME	Comunità territoriale della Val di Fiemme	85%	1.116
CLES PREDAIA VILLE D'ANAUNIA CAMPODENNO FONDO ROMENO SARNONICO	Comunità Val di Non	65%	1.259
BORGO VALSUGANA NOVALEDO CASTELNUOVO RONCEGNO TERME CASTELIVANO SCURELLE	Comunità Valsugana e Tesino	76%	1.062
FOLGARIA	Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	62%	1.090
TRENTO	Territorio Val d'Adige	97%	1.240

Figura 12.2: Comuni per cui è stata calcolta la producibilità media mediante PVGIS.

Per avere un riscontro misurabile si riporta il seguente grafico che confronta la produzione media degli anni 2014-2015 e 2016 come calcolata sopra con la produzione misurata dai distributori (che comprende quindi solo gli impianti incentivati e poche eccezioni): come si può vedere l'andamento della distribuzione su comunità di valle dell'energia misurata ricalca

Comunità di valle		Totale Potenza [kW]*	% PAT	Ey medio**	Produzione Stimata [MWh]***
Comunità del Primiero		1.715	1%	1.110	1.523
Comunità della Paganella		1.220	1%	1.184	1.155
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri		1.720	1%	1.090	1.500
Comunità della Valle di Sole		3.080	2%	990	2.439
Comun General de Fascia		2.323	1%	1.006	1.870
Comunità della Valle di Cembra		3.509	2%	1.279	3.589
Comunità della Valle dei Laghi		3.807	2%	1.240	3.777
Comunità Alta Valsugana e Bersntol		13.398	8%	1.251	13.411
Comunità territoriale della Val di Fiemme		9.200	5%	1.116	8.215
Comunità Alto Garda e Ledro		11.433	7%	1.194	10.923
Comunità Valsugana e Tesino		11.107	6%	1.062	9.436
Comunità delle Giudicarie		22.599	13%	1.179	21.312
Comunità Rotaliana-Königsberg		15.776	9%	1.249	15.760
Comunità Val di Non		24.038	14%	1.259	24.210
Comunità della Vallagarina		24.466	14%	1.205	23.586
Territorio Val d'Adige		26.279	15%	1.240	26.069
	totale	175.668	-	-	168.773

*anno riferimento 2016
**Ey: Average yearly electricity production from the given system (kWh) - Fonte: PVGIS con Potenza 1kW, posizionamento a SUD, 35°inclinazione e 14% perdite
*** si ipotizza una diminuzione delle prestazioni ottimali del 20% causata da condizioni di posizioni dell'impianto non ottimali, condizioni climatiche, degrado delle prestazioni

Figura 12.3: Produzione stimata sulla base della potenza dichiarata dai distributori per comunità di valle (anno di riferimento 2016).

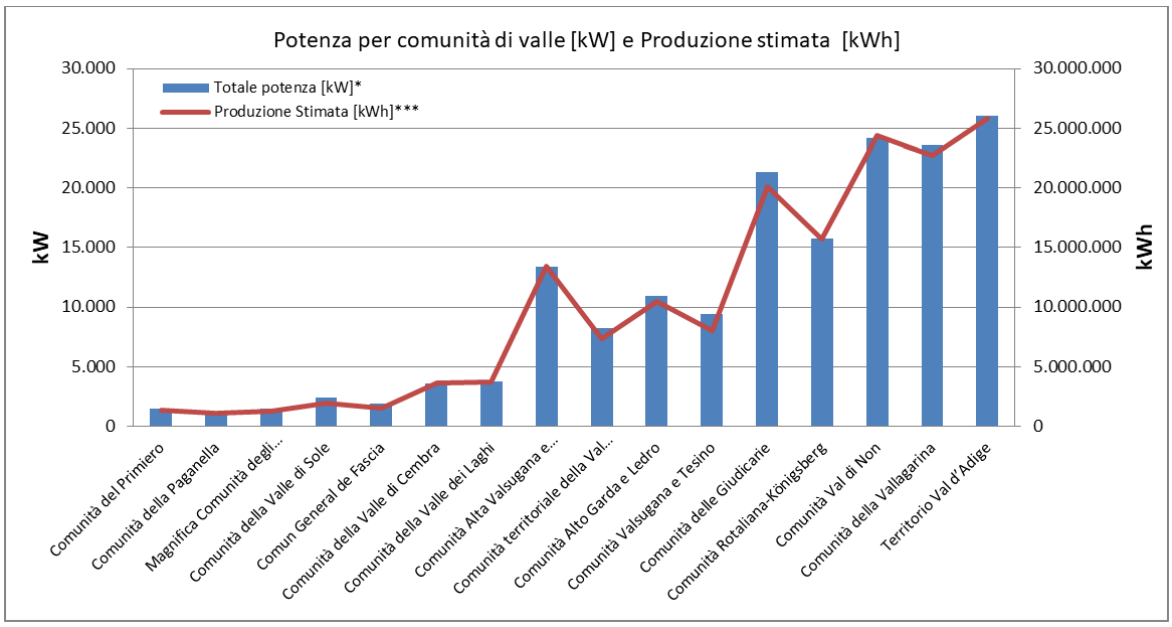


Figura 12.4: Produzione elettrica stimata [kWh] da Fotovoltaico e Potenza fonte fotovoltaica per comunità di valle [kW].

comunità di valle	Produzione Stimata [MWh]			
	2014	2015	2016	2017
Comunità del Primiero	1.412	1.463	1.523	1.589
Comunità territoriale della Val di Fiemme	7.672	7.787	8.215	7.880
Comunità Valsugana e Tesino	8.758	8.982	9.436	9.607
Comunità delle Giudicarie	20.408	20.996	21.312	21.638
Comun General de Fascia	1.715	1.791	1.870	2.403
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	12.860	13.095	13.411	13.941
Comunità Alto Garda e Ledro	10.026	10.510	10.923	11.376
Comunità della Paganella	952	983	1.155	1.177
Comunità della Vallagarina	22.952	23.284	23.586	23.966
Comunità della Valle dei Laghi	3.638	3.688	3.777	4.011
Comunità della Valle di Cembra	3.490	3.546	3.589	3.639
Comunità della Valle di Sole	2.186	2.412	2.439	2.633
Comunità Rotaliana-Königsberg	14.730	14.904	15.760	16.902
Comunità Val di Non	23.103	23.660	24.210	24.554
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	1.478	1.491	1.500	1.504
Territorio Val d'Adige	24.590	25.442	26.069	26.585
totale	159.972	164.036	168.773	173.405

Figura 12.5: Elaborazione di dati raccolti dai distributori.

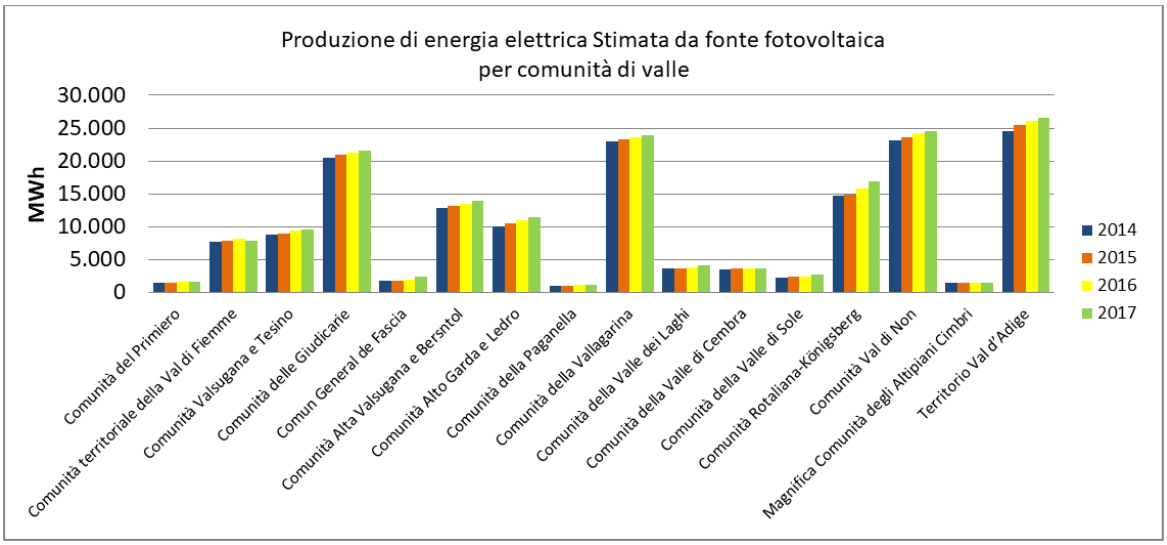
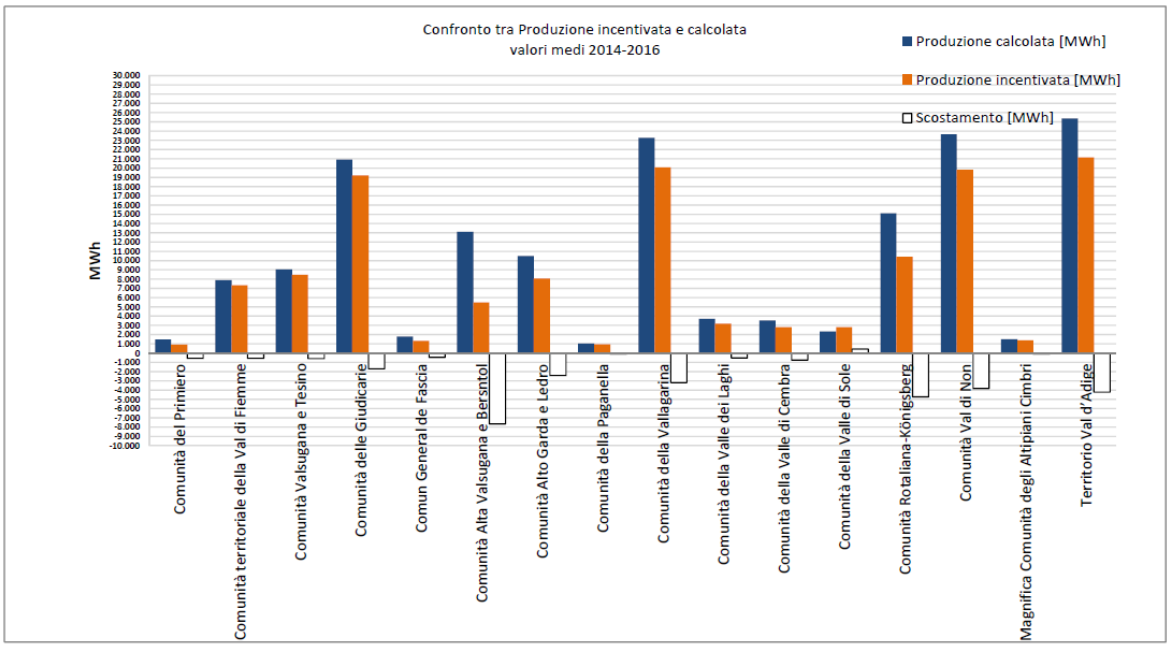


Figura 12.6: Produzione elettrica stimata [MWh] per comunità di valle per gli anni di riferimento.

in gran parte l'andamento e le proporzioni tra le varie comunità di valle della produzione calcolata. Fa eccezione la Comunità Alta Valsugana e Bersntol per cui ad oggi si può solo ipotizzare una sensibile quantità di impianti non incentivati rispetto a quelli esistenti.



Capitolo 13

Bilanciamento consumi e autoproduzioni elettriche

a cura dell'ing. B. Nodari

In base ai dati forniti da Terna e da quanto stimato al Capitolo 12 si è stimato per ogni comunità di valle la quota di energia elettrica autoconsumata, di cui si riportano nella tabella di figura 13.1 i valori di incidenza rispetto alla produzione. Da quanto esposto nei capitoli precedenti in riferimento al settore del teleriscaldamento e delle biomasse non forestali, si potrebbero scorporare dagli autoconsumi termoelettrici quelli per uso civile, siano essi da fonte rinnovabile o da gas naturale: tuttavia vista la scarsa incidenza sul totale degli stessi si ritiene più semplice imputare al settore industriale l'autoconsumo da termoelettrico tradizionale e al settore terziario la quota di autoconsumo da termoelettrico rinnovabile. Tale dato è confermato sia dal fatto che, prendendo in rapido esame le reti con maggior autoconsumo quali Rovereto e Riva del Garda, le medesime siano collocate in zona industriale e collegate ad utenze in loco. La dislocazione del consumo a livello di comunità di valle sostiene l'ipotesi fatta: l'autoconsumo da termoelettrico tradizionale si concentra nelle comunità di valle in cui sono presenti i settori industriali maggiormente energivori quali cartiere, siderurgie, industria chimica. L'autoconsumo fotovoltaico è invece imputato per semplicità principalmente al settore civile residenziale: si ipotizza che una minima parte sia imputabile anche agli altri settori ma non si hanno dati alla mano per poter ridistribuire l'autoconsumo in modo sensato. L'autoconsumo idroelettrico è molto moderato rispetto alla produzione: si identifica un solo impianto idroelettrico avente una sensibile percentuale di autoconsumo, localizzato nella Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri. A fronte di una produzione di circa 350MWh, si vede un autoconsumo di 250MWh; tale impianto dovrebbe essere collegato all'impianto di depurazione delle acque. A titolo generale si imputa l'autoconsumo idroelettrico correlato al settore terziario.

Nella tabella di figura 13.3 si sono calcolati i valori medi per settore sia dei dati raccolto dai distributori e correlati con l'autoconsumo sia dei dati Terna: la riga % rappresenta la copertura del valore Terna: viste le approssimazioni utilizzate si ritiene accettabile la suddivisione per le singole fonti di autoconsumo. Le percentuali eccedenti quali il 5% del settore domestico e 1% dei trasporti sarebbero da ridistribuirei nei settori agricolo e terziario ma no si hanno ad oggi informazioni per poter procedere: la copertura complessiva per la provincia di Trento è pari al 97% con un valore globale imputabile a perdite di 92GWh/anno. In figura 13.4 si presenta il grafico di sintesi.

Si riesportano a seguire i grafici dei consumi elettrici globali per i diversi settori per comunità di valle con l'unificazione del settore residenziale e servizi generali edifici.

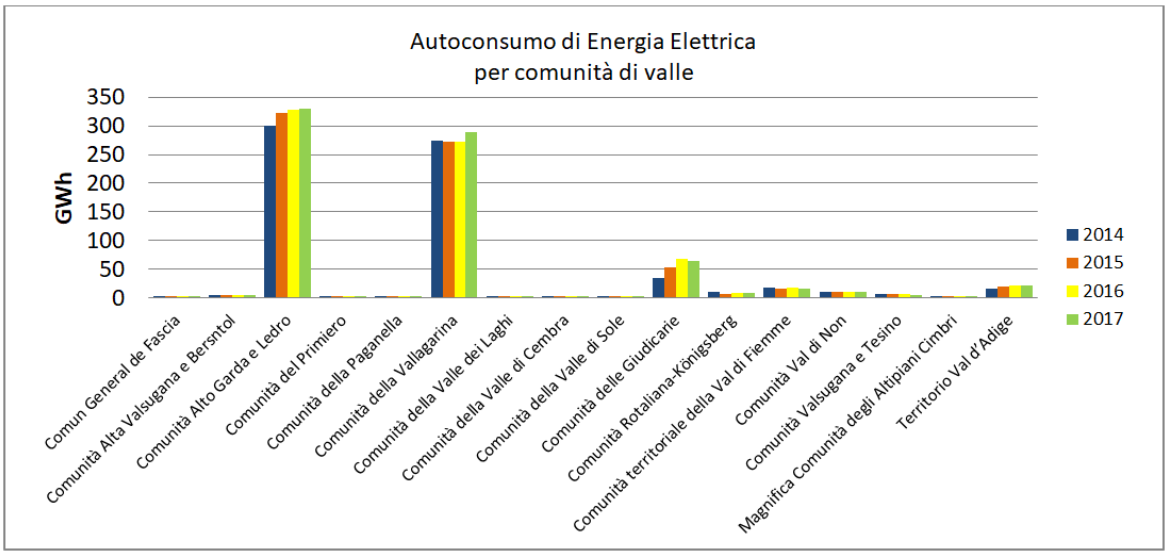


Figura 13.1: Autoconsumo globale per comunità di valle per gli anni di riferimento [GWh].

Comunità di valle	Idroelettrica %	Termoelettrica Tradizionale %	Termoelettrica Bioenergie %	Fotovoltaico %
Comun General de Fascia	0%	62%	0%	52%
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	0%	5%	0%	30%
Comunità Alto Garda e Ledro	0%	60%	0%	32%
Comunità del Primiero	0%	0%	0%	91%
Comunità della Paganella	0%	82%	-	21%
Comunità della Vallagarina	0%	89%	10%	37%
Comunità della Valle dei Laghi	0%	-	-	29%
Comunità della Valle di Cembra	0%	-	0%	33%
Comunità della Valle di Sole	0%	98%	0%	20%
Comunità delle Giudicarie	1%	63%	0%	27%
Comunità Rotaliana-Königsberg	0%	-	9%	48%
Comunità territoriale della Val di Fiemme	0%	76%	0%	35%
Comunità Val di Non	0%	0%	0%	43%
Comunità Valsugana e Tesino	0%	100%	0%	16%
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	70%	-	-	21%
Territorio Val d'Adige	0%	79%	68%	45%

Figura 13.2: Elaborazione dati raccolti dai Terna e distributori.

CONSUMI DERIVATI DA DATI DISTRIBUTORI [GWh]

anno	AGRICOLTURA	INDUSTRIA	TERZIARIO		DOMESTICO		#nd	totale PAT
			TRASPORTI	ALTRO TERZIARIO	RESIDENZIALE	SERVIZI GENERALI EDIFICI		
2014	69,03	809,30	87,17	939,07	508,56	59,53	24,38	2.497
2015	77,45	825,57	99,80	961,08	510,61	59,52	25,92	2.560
2016	73,49	785,44	113,42	956,74	509,74	59,07	27,03	2.525
2017	70,48	750,93	105,12	963,95	509,58	59,84	25,89	2.486
MEDIA	73,33	806,77	100,13	952,30	569,01		25,78	2.517

AUTOCONSUMI DERIVATI DA TERNA E ELABORAZIONE DATI DISTRIBUTORI [GWh]

anno	AGRICOLTURA	INDUSTRIA	TRASPORTI	ALTRO TERZIARIO	RESIDENZIALE	SERVIZI GENERALI EDIFICI	#nd	totale PAT
		Termoelettrico Tradizionale		Termoelettrico Bioenergie + Idroelettrico (Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri)	Fotovoltaico			
2014		583,10		3,88	61,46			648
2015		656,63		1,19	58,31			716
2016		665,92		1,55	62,98			730
2017		683,05		1,43	60,94			745

TOTALE CONSUMI ELABORATI [GWh]

anno	AGRICOLTURA	INDUSTRIA	TERZIARIO		DOMESTICO		#nd	totale PAT
			TRASPORTI	ALTRO TERZIARIO	RESIDENZIALE	SERVIZI GENERALI EDIFICI		
2014	69,03	1.392,40	87,17	942,95	629,55		24,38	3.145
2015	77,45	1.482,20	99,80	962,27	628,44		25,92	3.276
2016	73,49	1.451,36	113,42	958,29	631,79		27,03	3.255
2017	70,48	1.433,98	105,12	965,37	630,36		25,89	3.231
MEDIA	72,61	1439,98	101,38	957,22	630,03			3.227

TERNA [GWh]

anno	AGRICOLTURA	INDUSTRIA	TERZIARIO		DOMESTICO		#nd	totale PAT
			TRASPORTI	ALTRO TERZIARIO	RESIDENZIALE	SERVIZI GENERALI EDIFICI		
2014	73,90	1.456,00	82,90	1.000,20	618,60			3.232
2015	86,60	1.528,00	95,70	1.031,60	588,20			3.330
2016	82,20	1.506,30	114,00	1.030,00	589,50			3.322
2017	78,90	1.476,10	108,70	1.048,70	591,50			3.304
MEDIA	80,40	1491,60	100,33	1027,63	596,95			3.297
%	90%	97%	101%	93%	106%			98%

Figura 13.3: Consumi elettrici da rete per settore come elaborati a partire dai dati dei distributori, consumi per settore come indicati da Terna e rapporto percentuale dei valori medi.

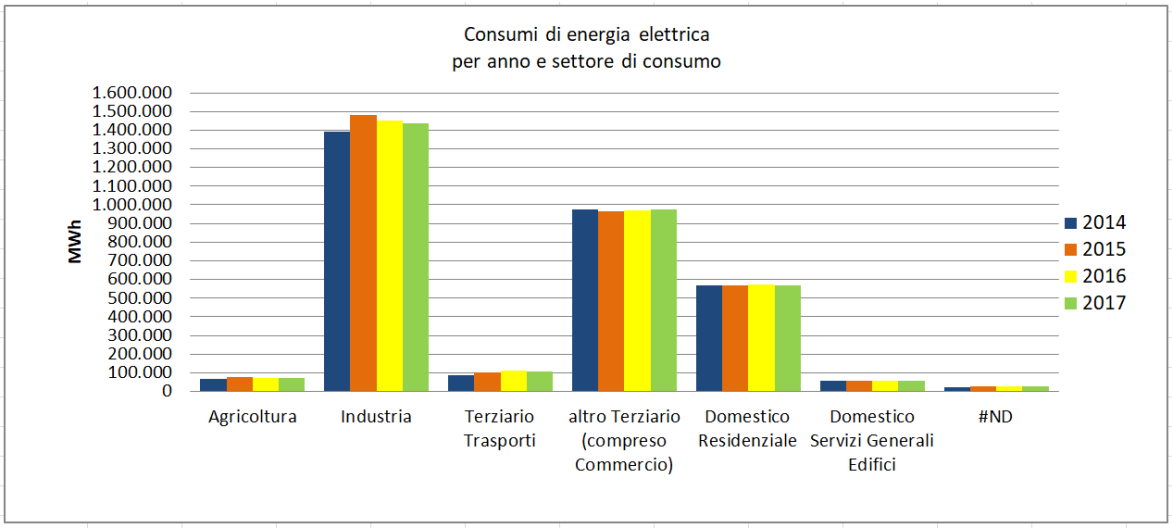


Figura 13.4: Consumi elettrici per comparto [MWh]. Il dato comprende sia il consumo da rete sia i consumi da autoproduzione di energia elettrica.

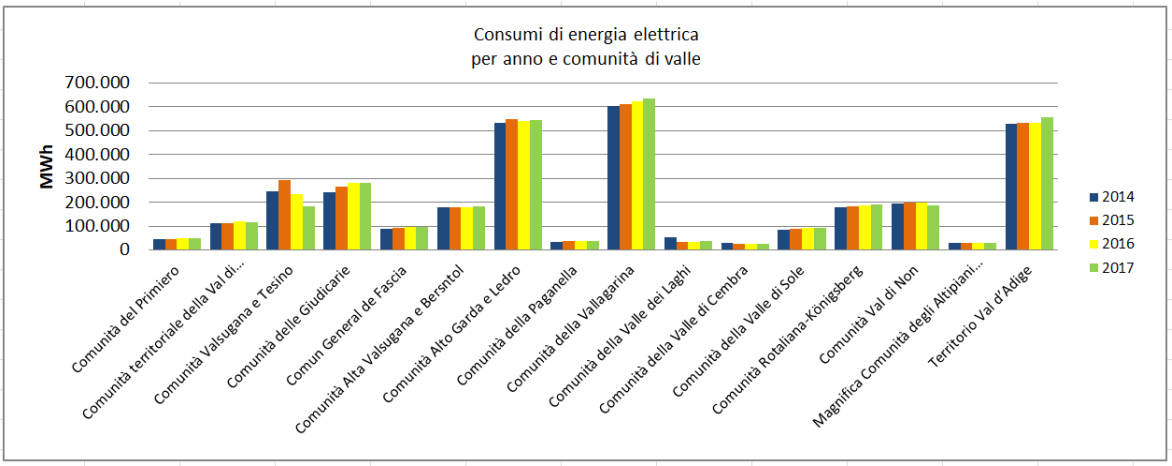


Figura 13.5: Consumi elettrici per ogni comunità di valle [MWh]. Il dato comprende sia il consumo da rete sia i consumi da autoproduzione di energia elettrica.

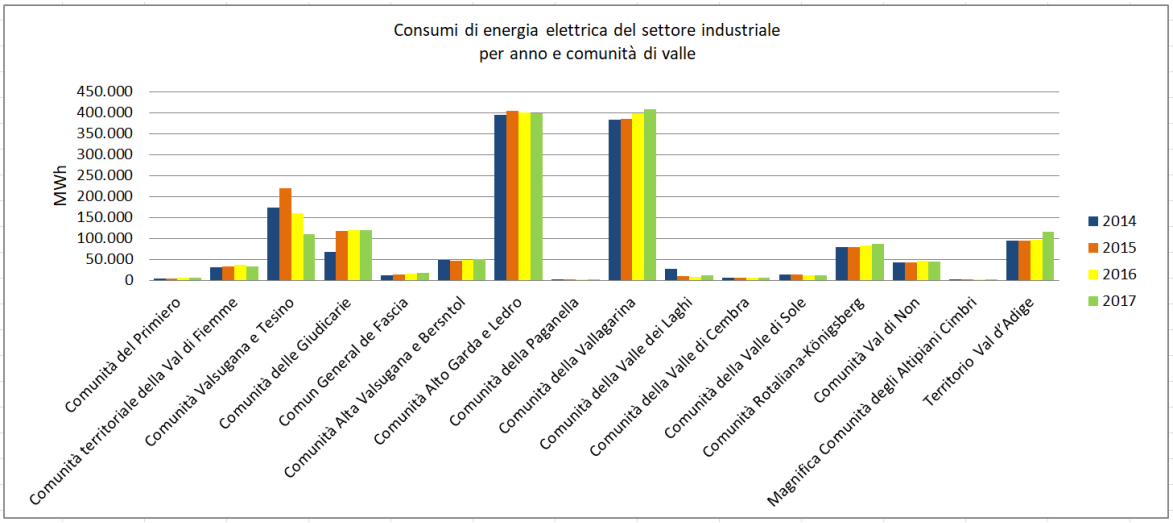


Figura 13.6: Consumi elettrici per del comparto industriale per ogni comunità di valle [MWh]. Il dato comprende sia il consumo da rete sia i consumi da autoproduzione di energia elettrica.

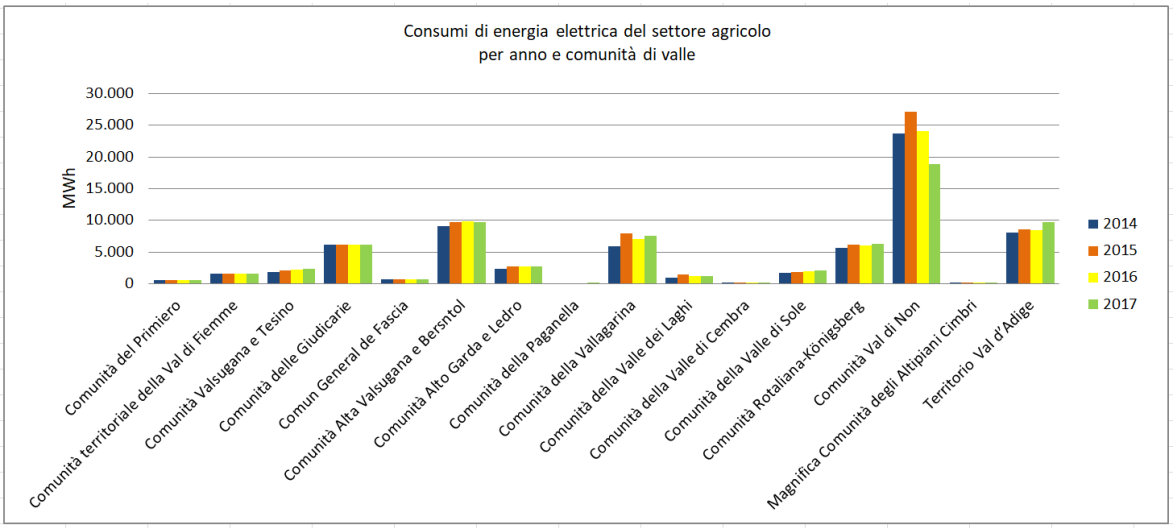


Figura 13.7: Consumi elettrici per del comparto agricolo per ogni comunità di valle [MWh]. Il dato comprende sia il consumo da rete sia i consumi da autoproduzione di energia elettrica.

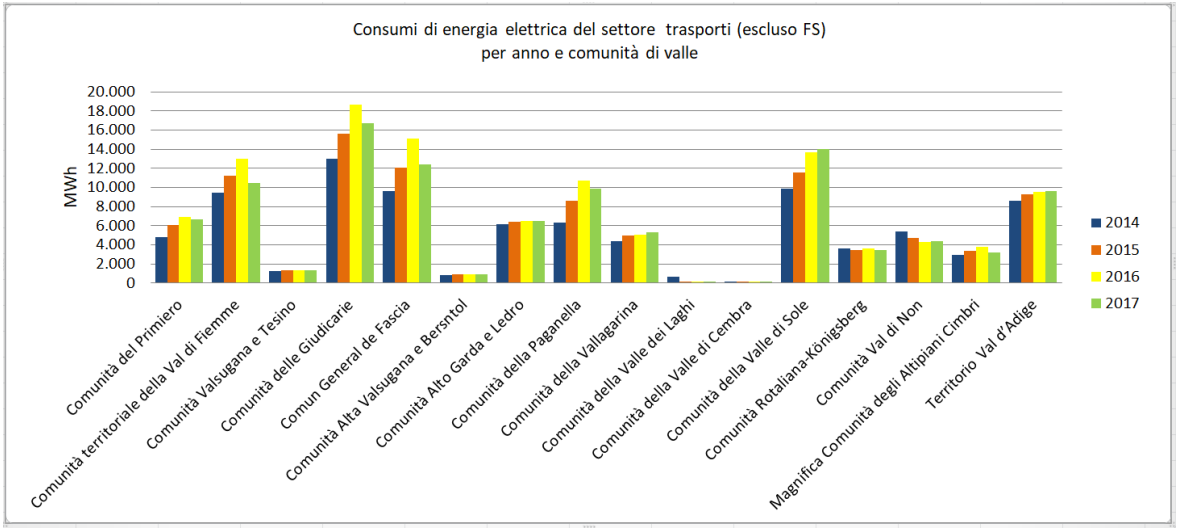


Figura 13.8: Consumi elettrici per del comparto dei trasporti per ogni comunità di valle [MWh]. Il dato comprende sia il consumo da rete sia i consumi da autoproduzione di energia elettrica. Non sono considerati i consumi riferiti alle Ferrovie dello Stato in quanto non direttamente imputabili ad un'unica comunità di valle.

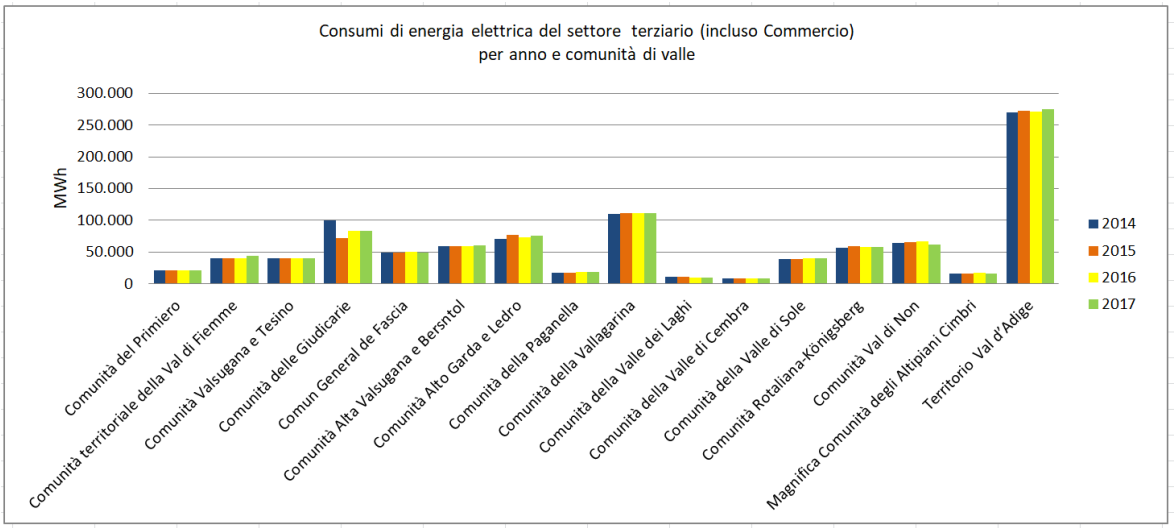


Figura 13.9: Consumi elettrici per del comparto terziario e commercio per ogni comunità di valle [MWh]. Il dato comprende sia il consumo da rete sia i consumi da autoproduzione di energia elettrica.

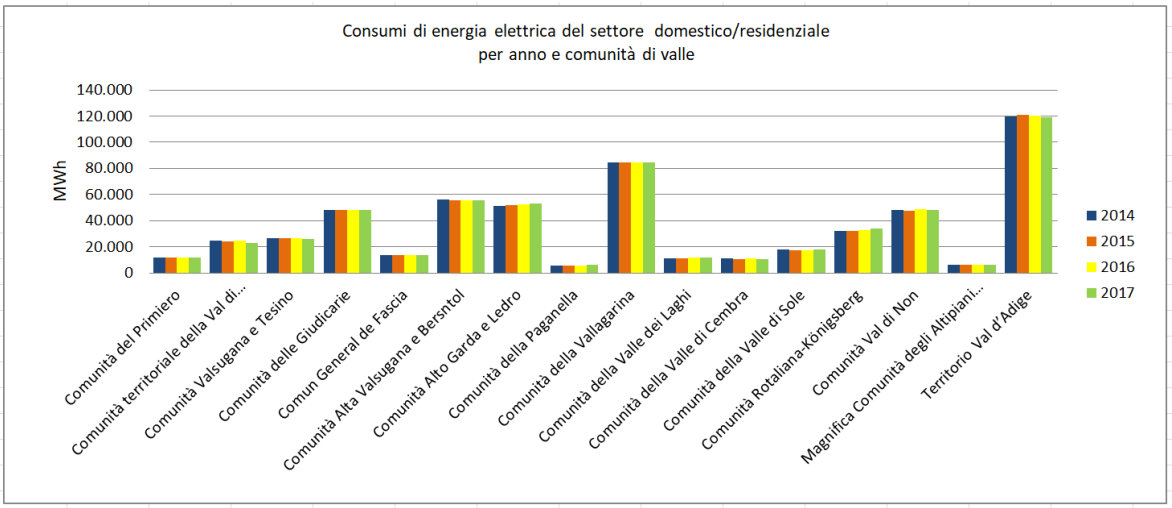


Figura 13.10: Consumi elettrici per del comparto domestico-residenziale per ogni comunità di valle [MWh]. Il dato comprende sia il consumo da rete sia i consumi da autoproduzione di energia elettrica (fotovoltaico). Sono esclusi i consumi categorizzati come "servizi generali edifici" per cui è riportato un grafico dedicato (Figura 13.11).

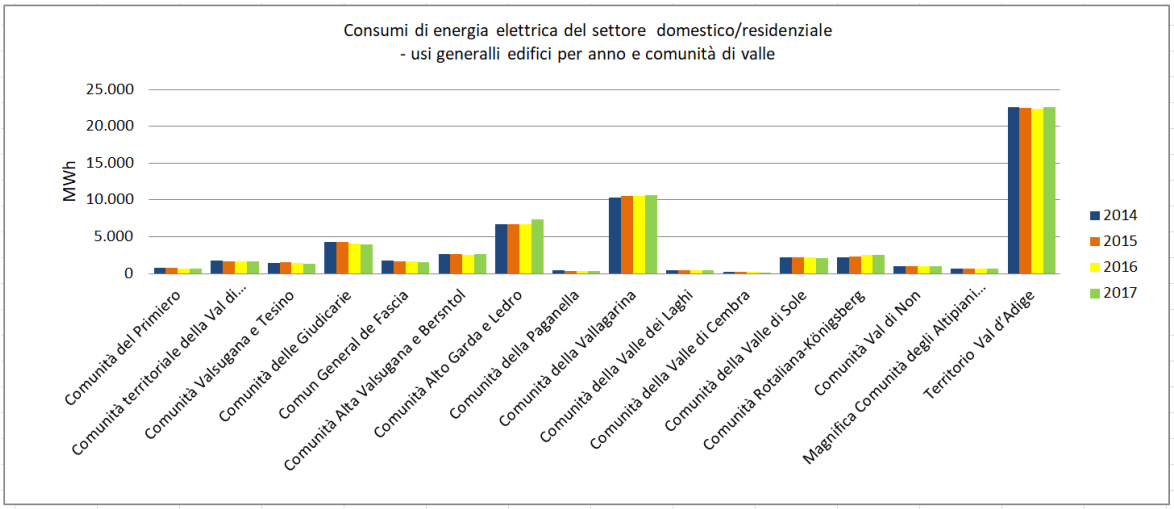


Figura 13.11: Consumi elettrici del comparto domestico-residenziale ("servizi generali edifici") per ogni comunità di valle [MWh].

Parte III

Bilancio complessivo

Capitolo 14

Bilancio di sintesi per il triennio di riferimento

a cura di ing. B. Nodari e ing. A. Bello

Alla luce di quanto indicato nei capitoli precedenti si riporta quindi il bilancio complessivo, in tonnellate equivalenti di petrolio, per gli anni oggetto del presente studio ove disponibili per tutte le fonti energetiche: si esclude quindi il 2017 in cui non sono presenti i dati del consumo di gas metano.

Si specifica che per le conversioni delle varie fonti a tonnellate equivalenti di petrolio (tep) si sono utilizzati i fattori di conversione di cui all'Appendice L.

Disponibilità e impieghi	SOLIDI (Carbone,Coke..)	GAS NATURALE	PRODOTTI PETROLIFERI	RINNOVABILI BIOMASSA	RINNOVABILI FOTOVOLTAICO, IDROELETTRICO ed EOLICO	ENERGIA ELETTRICA	TOTALE
	ktep						
1. Produzione	0	0	0	144	1276	0	1420
2. Importazione	0	518	583	43	0	0	1144
3. Esportazione	0	0	0	40	0	1063	1103
4. Variaz. Scorte	0	0	0	0	0	0	0
5. Consumo interno (1+2-3-4)	0	518	583	147	1276	-1063	1461
6. Consumi e perdite	0	-37	0	-9	-9	-11	-65
7. Trasformazioni in energia elettr.	0	-75	0	-10	-1267	1352	
8. Totale Impieghi finali (5+6+7)	0	407	583	128	0	278	1396
- industria	0	204	2	1	0	125	333
- trasporti	0	3	460	0	0	7	470
- civile	0	199	95	127	0	139	560
- agricoltura	0	0	27	0	0	6	33
- usi non energetici	0	0	0	0	0	0	0
- bunkeraggi	0	0	0	0	0	0	0

Figura 14.1: Bilancio complessivo per l'anno 2014. Unità di misura: ktep.

Disponibilità e impieghi	SOLIDI (Carbone,Coke..)	GAS NATURALE	PRODOTTI PETROLIFERI	RINNOVABILI BIOMASSA	RINNOVABILI FOTOVOLTAICO, IDROELETTRICO ed EOLICO	ENERGIA ELETTRICA	TOTALE
	ktep						
1. Produzione	0	0	0	145	736	0	881
2. Importazione	0	553	484	45	0	0	1081
3. Esportazione	0	0	0	40	0	524	564
4. Variaz. Scorte	0	0	0	0	0	0	0
5. Consumo interno (1+2-3-4)	0	553	484	149	736	-524	1398
6. Consumi e perdite	0	-49	0	-10	-6	-11	-75
7. Trasformazioni in energia elettr.	0	-82	0	-10	-730	821	
8. Totale Impieghi finali (5+6+7)	0	423	484	130	0	286	1323
- industria	0	205	0	3	0	131	339
- trasporti	0	2	396	0	0	8	405
- civile	0	216	71	128	0	139	554
- agricoltura	0	0	17	0	0	7	24
- usi non energetici	0	0	0	0	0	0	0
- bunkeraggi	0	0	0	0	0	0	0

Figura 14.2: Bilancio complessivo per l'anno 2015. Unità di misura: ktep.

Disponibilità e impieghi	SOLIDI (Carbone,Coke..)	GAS NATURALE	PRODOTTI PETROLIFERI	RINNOVABILI BIOMASSA	RINNOVABILI FOTOVOLTAICO, IDROELETTRICO ed EOLICO	ENERGIA ELETTRICA	TOTALE
	ktep						
1. Produzione	0	0	0	147	761	0	908
2. Importazione	0	557	495	44	0	0	1095
3. Esportazione	0	0	0	40	0	550	590
4. Variaz. Scorte	0	0	0	0	0	0	0
5. Consumo interno (1+2-3-4)	0	557	495	151	761	-550	1413
6. Consumi e perdite	0	-45	0	-9	-7	-12	-72
7. Trasformazioni in energia elettr.	0	-83	0	-10	-754	847	
8. Totale Impieghi finali (5+6+7)	0	429	495	132	0	286	1341
- industria	0	204	1	1	0	130	336
- trasporti	0	4	388	0	0	10	402
- civile	0	220	83	130	0	139	574
- agricoltura	0	0	23	0	0	7	30
- usi non energetici	0	0	0	0	0	0	0
- bunkeraggi	0	0	0	0	0	0	0

Figura 14.3: Bilancio complessivo per l'anno 2016. Unità di misura: ktep.

Capitolo 15

Confronto con il PEAP 2013-2020

a cura di ing. B. Nodari e ing. A. Bello

Si riporta di seguito un confronto tra il bilancio complessivo presentato in questo report e i valori desunti dal precedente Piano Energetico Ambientale Provinciale 2013-2020[5]. I due bilanci sono presentati come media dei tre anni costituenti la rispettiva baseline.

Consumi FINALI - ktep		
	Media 2008-2009-2010	**Media 2014-2015-2016**
Trasporti	**566**	**426**
Prodotti Petroliferi	566	414
Energia Elettrica		8
Gas naturale		3
Industria	**331**	**351**
Prodotti Petroliferi	14	1
Energia Elettrica	122	129
Gas naturale	188	221
Carbone	7	0
Civile	**726**	**557**
Prodotti Petroliferi	129	83
Energia Elettrica	148	139
Gas naturale	321	193
Biomassa	129	142
Agricolo	**39**	**29**
Prodotti Petroliferi	33	22
Energia Elettrica	6	7
Perdite totali rete elettrica	**17**	**11**
Totale	**1.678**	**1.374**
diminuzione %		**18%**

Figura 15.1: Confronto tra la baseline del PEAP 2013-2020 e la baseline ottenuta nel presente lavoro. Unità di misura: ktep.

Si specifica che:

- nel PEAP 2013-2020 ai consumi del settore Trasporti erano imputati solo i consumi derivanti da prodotti petroliferi mentre nella presente analisi sono compresi anche consumi elettrici;
- in riferimento ai consumi finali di gas naturale (uso industriale) e di biomassa (uso civile) si precisa che da tali vettori di energia primaria sono state scorporate le quote stimate di gas naturale usato per la produzione di energia elettrica da cogenerazione (per semplicità imputata al settore industria a meno della quota di produzione in teleriscaldamento imputata al settore civile) e la quota di biomassa per la produzione di energia elettrica da bioenergie (per seplicità imputata al settore civile);
- la biomassa considerata negli usi finali comprende la quota importata ma non la quota esportata.

15.1 Correzione in base ai gradi giorno

Per garantire un migliore confronto dei dati, si svolge ora una correzione, in base ai gradi giorno, dei consumi dovuti al condizionamento invernale.

Per prima cosa, bisogna determinare un metodo per ottenere dei gradi giorno rappresentativi di tutta la Provincia, per i due trienni (2008-2010 e 2014-2016). Calcolare i gradi giorno del triennio 2008-2010 per tutte le comunità di valle, per poi confrontarli con quanto esposto nel Capitolo 7, sarebbe eccessivamente lungo; inoltre alcune stazioni meteorologiche usate nel Capitolo 7 non dispongono di serie storiche complete del triennio precedente (ad es, Trento Roncafort).[1] Si scelgono quindi i dati della stazione meteorologica di Trento Laste. Essa ha il pregio di rappresentare bene l'andamento generale della Provincia di Trento, come si vede in Figura 15.2 (per il 2014-2016).

Provincia Autonoma di Trento

	2014	2015	2016
gradi giorno	2.500	2.705	2.746
diff. rispetto al 2014		108%	110%

Trento Laste

	2014	2015	2016
gradi giorno	2.307	2.512	2.584
diff. rispetto al 2014		109%	112%

Figura 15.2: la stazione di Trento Laste rappresenta sufficientemente bene l'andamento dei gradi giorno di tutta la Provincia di Trento.

Si calcolano quindi i gradi giorno per i due trienni (2008-2010 e 2014-2016) e la loro media, riportati in Figura 15.3.

Scelto il triennio 2008-2010 come riferimento, si determina il coefficiente, I_{gg}, di correzione. Quest'ultimo viene quindi applicato ai valori pertinenti di consumo del triennio 2014-2016, ovvero: prodotti petroliferi, biomassa e gas metano, tutti esclusivamente per il settore Civile. Come risultato si ottengono i consumi del triennio 2014-2016 normalizzati in base ai gradi

[1] Si raccomanda di confrontare tra loro solo i dati di una stessa stazione meteorologica; in caso contrario, bisogna tenere conto della variazione di condizioni tra le differenti stazioni, come l'altitudine, l'esposizione, l'ombreggiamento (montagne, edifici, ...), ecc.

giorno rispetto al triennio precedente, mostrati in Figura 15.4. Come si vede, la differenza tra i due bilanci si riduce.

Gradi Giorno 2008	2736	K
Gradi Giorno 2009	2619	K
Gradi Giorno 2010	2914	K
media	2756	K
Gradi Giorno 2014	2307	K
Gradi Giorno 2015	2512	K
Gradi Giorno 2016	2584	K
media	2468	K
Igg	**1,12**	

Figura 15.3: gradi giorno per il triennio di riferimento baseline del PEAP 2013-2020 (triennio 2008-2010) e PEAP 2020-2030 (triennio 2014-2016).

Consumi FINALI - ktep		
	Media 2008-2009-2010	**Media 2014-2015-2016 - Igg**
Trasporti	**566**	**426**
Prodotti Petroliferi	566	414
Energia Elettrica		8
Gas naturale		3
Industria	**331**	**351**
Prodotti Petroliferi	14	1
Energia Elettrica	122	129
Gas naturale	188	221
Carbone	7	0
Civile	**726**	**606**
Prodotti Petroliferi	129	93
Energia Elettrica	148	139
Gas naturale	321	216
Biomassa	129	158
Agricolo	**39**	**29**
Prodotti Petroliferi	33	22
Energia Elettrica	6	7
Perdite totali rete elettrica	**17**	**11**
Totale	**1.678**	**1.423**
diminuzione %		**15%**

Figura 15.4: Confronto tra la baseline del PEAP 2013-2020 e la baseline ottenuta nel presente lavoro, normalizzata rispetto alla precedente in base ai gradi giorno. Unità di misura: ktep.

Capitolo 16

Note metodologiche relative alla stesura del bilancio complessivo

1. Il valore imputato come "Consumi e Perdite" per il settore Energia Elettrica è derivato in modo proporzionale in base alle Relazioni Annuali Regionali di Terna. Si è calcolato il consumo percentuale della PAT sul consumo totale del Trentino Alto Adige e a seguire si sono imputate perdite proporzionali in base alle perdite totali indicate da Terna.

2. I valori imputati come sotto-voci di "Totali impieghi" del settore Energia Elettrica derivano dai dati annuali di Terna per la PAT: sono perciò esclusi i consumi riferiti alle ferrovie.

3. I valori imputati come sotto-voci di "Totali impieghi" del settore Trasporti derivano dai dati annuali del Bollettino Petrolifero del Ministero dello Sviluppo Economico. Si sono ipotizzati: BTZ imputato ad industria; GPL e Gasolio riscaldamento imputati al settore civile; Benzine, Gasolio e GPL uso trazione imputati ai trasporti; Gasolio Agricolo al settore agricoltura.

4. Il valore imputato come "Importazione" per il gas naturale deriva dai dati MISE.

5. Non avendo a disposizione le quantità di Gas Naturale ad uso cogenerazione i valori imputati come "Trasformazione in energia elettrica", "Consumi e perdite" e le ripartizioni per i settori di utilizzo per il vettore Gas Naturale sono ricavate dal dato di produzione Termoelettrica Tradizionale (Terna) e dagli usi totali di Gas del Mise.
   Si ipotizza:

   - che tutti i cogeneratori utilizzino gas naturale;
   - che la resa elettrica dei cogeneratori sia pari al 40% e le perdite al 15% (la rimanenza è imputata a calore). Dalla produzione elettrica di Termoelettrico Tradizionale [kWhe] di Terna e dal rendimento ipotizzato si calcola l'energia primaria in entrata al cogeneratore da cui poi le perdite (e per differenza l'energia termica). Le perdite sono imputate nella voce "consumi e perdite" mentre la sola quota gas per la generazione elettrica è imputata in "Trasformazioni in energia elettrica";
   - che tutti i consumi di gas ricavati dai distributori sotto la voce di contratto C1,C2 e C3 siano da imputare al settore civile mentre le voci di contratto T1 e T2 vadano nel settore industriale;
   - che la differenza tra la somma dei consumi derivato dai Distributori e la voce "reti di distribuzione" (dal MISE) siano imputabili a "perdite e consumi";
   - che la quota di energia termica e frigorifera del teleriscaldamento sia imputata al solo settore civile;

- che tutta la differenza tra “Totale Impieghi” (MISE) e la sottosezione civile sia imputata al settore industria.

6. i valori imputati a “Consumi e perdite” per le fonti Rinnovabili (sia Biomassa che Fotovoltaico, Idroelettrico e Eolico) sono derivati dai consumi ausiliari per la generazione di energia elettrica delle medesime fonti (dati di Terna).
7. la “Produzione” Fotovoltaico, Idroelettrico e Eolico deriva da dati Terna.
8. la “Produzione” ed “Esportazione” Biomasse deriva da dati del Servizio Foreste PAT.
9. Non avendo a disposizione le quantità di Biomassa ad uso cogenerazione i valori imputati come “Trasformazione in energia elettrica” derivano dalla “produzione elettrica da Bioenergie” riportata da Terna.
10. La voce “Esportazione” di energia elettrica è calcolata per differenza dagli altri campi.
11. Per le Biomasse non Forestali è stata presa in considerazione sola la quota di Biogas generato da FORSU abbinata a depurazione acque reflue.
12. Il teleriscaldamento a biomassa è indirettamente conteggiato nella voce Biomassa.
13. La “importazione” di Biomassa è calcolata a partire dai dati CATI 2016, cui sono stati decurtati i valori di consumo civile da custodia forestale PAT.
14. Per la trasformazione delle biomasse legnose da msr e mst a tonnellate sono stati adottati i seguenti coefficienti:
    - 1 t = 2,3 msr;
    - 1 t = 4 mst.

Bibliografia

[1] Baggio, P., *I consumi energetici*, Progetto per lo sviluppo sostenibile del Trentino (1997);

Abitazioni	Fattore di riduzione
Occupate	1
Non utilizzate per lavoro-studio	0.60
Non utilizzate per vacanza	0.27
Non utilizzate per altri motivi	0.30

Figura 16.1: Fattori di riduzione per tipologia d'uso delle abitazioni.

[2] Carrara F., Brunelli R. e Borgatello M. *I consumi energetici*, documento interno ad APRIE (nd);

[3] Majcen, D. et al., *Energy labels in Dutch dwellings - their actual energy consumption and implications for reduction targets*, ECEE Summer Study proceedings (2013):

> [...] for the most energy efficient label categories (A, A+, A++ and B) the gas consumption is underestimated, as opposite to the poorer label categories (D to G), where it is strongly overestimated. The worse the label the higher the theoretical overestimation. In label category G the actual gas consumption is half the theoretical value.

[4] Carrié, F. R. et al., *Improving the compliance of Energy Performance Certificates and quality of building works*, QUALICHeCK (2016);

[5] Agenzia per le Risorse Idriche e l'Energia, *Piano Energetico Ambienta Provinciale 2013-2020*, Dipartimento Territorio, Ambiente e Foreste (2013);

Parte IV

Appendici

Appendice A

Consumi di metano per comunità di valle

A seguire si allega la tabella contenente i metri cubi standard (Smc) di gas consumato e il numero di Punti di Riconsegna (PDR), per ogni anno, tipologia di utenza e comunità di valle.

			2014		2015		2016	
COMUNITÀ DI VALLE	COD.	UTENZE	PDR	Smc	PDR	Smc	PDR	Smc
Comunità territoriale della Val di Fiemme		TOTALE	4.992	10.873.786	5.157	10.779.675	5.317	11.334.920
Comunità territoriale della Val di Fiemme	C1	riscaldamento	158	2.518.068	150	2.509.052	149	2.581.864
Comunità territoriale della Val di Fiemme	C2	uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	1.910	397.551	2.076	484.563	2.182	526.142
Comunità territoriale della Val di Fiemme	C3	riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	2.704	2.845.792	2.714	2.975.116	2.775	3.180.544
Comunità territoriale della Val di Fiemme	C4	uso condizionamento	0	0	0	0	0	0
Comunità territoriale della Val di Fiemme	C5	uso condizionamento + riscaldamento	0	0	0	0	0	0
Comunità territoriale della Val di Fiemme	T1	uso tecnologico (artigianale – industriale)	7	3.782.530	4	183.749	2	20.783
Comunità territoriale della Val di Fiemme	T2	uso tecnologico + riscaldamento	213	1.329.845	213	4.627.195	209	5.025.587
Comunità del Primiero		TOTALE	0	0	0	0	0	0
Comunità del Primiero	C1	riscaldamento	0	0	0	0	0	0
Comunità del Primiero	C2	uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	0	0	0	0	0	0
Comunità del Primiero	C3	riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	0	0	0	0	0	0
Comunità del Primiero	C4	uso condizionamento	0	0	0	0	0	0
Comunità del Primiero	C5	uso condizionamento + riscaldamento	0	0	0	0	0	0
Comunità del Primiero	T1	uso tecnologico (artigianale – industriale)	0	0	0	0	0	0
Comunità del Primiero	T2	uso tecnologico + riscaldamento	0	0	0	0	0	0
Comunità Valsugana e Tesino		TOTALE	10.063	22.004.820	10.129	22.728.389	10.190	24.641.623
Comunità Valsugana e Tesino	C1	riscaldamento	225	3.775.812	222	4.066.804	242	4.183.018
Comunità Valsugana e Tesino	C2	uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	3.212	552.650	3.350	651.854	3.343	814.998
Comunità Valsugana e Tesino	C3	riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	6.474	7.629.147	6.403	7.886.404	6.462	8.752.838
Comunità Valsugana e Tesino	C4	uso condizionamento	0	0	0	0	0	0
Comunità Valsugana e Tesino	C5	uso condizionamento + riscaldamento	0	0	0	0	0	0
Comunità Valsugana e Tesino	T1	uso tecnologico (artigianale – industriale)	9	895.652	10	2.315.427	8	2.320.571
Comunità Valsugana e Tesino	T2	uso tecnologico + riscaldamento	143	9.151.559	144	7.807.900	135	8.570.198
Comunità Alta Valsugana e Bersntol		TOTALE	20.386	33.947.882	20.632	36.748.887	20.899	36.812.359
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	C1	riscaldamento	260	3.634.432	256	3.725.340	261	3.785.336
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	C2	uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	3.899	658.594	4.137	833.122	4.154	852.405
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	C3	riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	15.789	27.343.148	15.800	29.623.049	16.047	29.358.231
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	C4	uso condizionamento	0	0	0	0	0	0
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	C5	uso condizionamento + riscaldamento	0	0	0	0	0	0
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	T1	uso tecnologico (artigianale – industriale)	12	176.404	3	947	3	1.467
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	T2	uso tecnologico + riscaldamento	426	2.135.304	436	2.566.429	434	2.814.920

			2014		2015		2016	
COMUNITÀ DI VALLE	COD.	UTENZE	PDR	Smc	PDR	Smc	PDR	Smc
Comunità della Valle di Cembra		TOTALE	3.153	2.971.257	3.229	3.116.752	3.276	3.334.945
Comunità della Valle di Cembra	C1	riscaldamento	54	531.064	48	527.842	55	589.333
Comunità della Valle di Cembra	C2	uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	1.025	188.203	1.144	250.632	1.199	313.129
Comunità della Valle di Cembra	C3	riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	2.028	2.111.876	1.991	2.203.084	1.978	2.289.694
Comunità della Valle di Cembra	C4	uso condizionamento	0	0	0	0	0	0
Comunità della Valle di Cembra	C5	uso condizionamento + riscaldamento	0	0	0	0	0	0
Comunità della Valle di Cembra	T1	uso tecnologico (artigianale – industriale)	0	0	0	0	0	0
Comunità della Valle di Cembra	T2	uso tecnologico + riscaldamento	46	140.114	46	135.194	44	142.789
Comunità Rotaliana-Königsberg		TOTALE	8.332	15.965.537	11.315	21.215.890	11.372	21.942.300
Comunità Rotaliana-Königsberg	C1	riscaldamento	260	3.824.919	355	5.745.909	383	5.900.348
Comunità Rotaliana-Königsberg	C2	uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	2.331	375.317	3.291	624.490	2.974	457.900
Comunità Rotaliana-Königsberg	C3	riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	5.581	6.676.099	7.453	9.449.304	7.807	10.163.675
Comunità Rotaliana-Königsberg	C4	uso condizionamento	0	0	0	0	0	0
Comunità Rotaliana-Königsberg	C5	uso condizionamento + riscaldamento	0	0	0	0	0	0
Comunità Rotaliana-Königsberg	T1	uso tecnologico (artigianale – industriale)	14	427.492	10	400.176	7	25.320
Comunità Rotaliana-Königsberg	T2	uso tecnologico + riscaldamento	146	4.661.710	206	4.996.011	201	5.395.057
Comunità della Paganella		TOTALE	1.344	2.998.450	1.428	3.538.153	1.541	3.727.529
Comunità della Paganella	C1	riscaldamento	81	1.675.793	91	2.225.112	104	2.286.831
Comunità della Paganella	C2	uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	554	101.232	611	127.673	627	127.272
Comunità della Paganella	C3	riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	698	999.541	714	927.646	799	1.033.672
Comunità della Paganella	C4	uso condizionamento	0	0	0	0	0	0
Comunità della Paganella	C5	uso condizionamento + riscaldamento	0	0	0	0	0	0
Comunità della Paganella	T1	uso tecnologico (artigianale – industriale)	2	24.392	3	44.612	1	17.481
Comunità della Paganella	T2	uso tecnologico + riscaldamento	9	197.492	9	213.110	10	262.273
Comunità della Valle dei Laghi		TOTALE	2.419	2.630.280	2.472	2.886.526	2.547	2.974.320
Comunità della Valle dei Laghi	C1	riscaldamento	44	530.414	46	551.432	53	602.820
Comunità della Valle dei Laghi	C2	uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	742	132.448	787	142.010	796	105.505
Comunità della Valle dei Laghi	C3	riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	1.619	1.871.581	1.626	2.093.786	1.686	2.155.867
Comunità della Valle dei Laghi	C4	uso condizionamento	0	0	0	0	0	0
Comunità della Valle dei Laghi	C5	uso condizionamento + riscaldamento	3	2.826	3	10.322	4	15.371
Comunità della Valle dei Laghi	T1	uso tecnologico (artigianale – industriale)	1	2.228	0	0	0	0
Comunità della Valle dei Laghi	T2	uso tecnologico + riscaldamento	10	90.783	10	88.976	8	94.757
Comunità Val di Non		TOTALE	6.594	12.284.540	6.754	13.004.989	6.876	13.007.736
Comunità Val di Non	C1	riscaldamento	225	3.472.115	198	3.605.424	230	3.707.702
Comunità Val di Non	C2	uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	1.738	322.449	1.914	384.075	1.851	333.056
Comunità Val di Non	C3	riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	4.536	5.668.379	4.547	5.658.405	4.707	6.237.707
Comunità Val di Non	C4	uso condizionamento	0	0	0	0	0	0
Comunità Val di Non	C5	uso condizionamento + riscaldamento	0	0	0	0	0	0
Comunità Val di Non	T1	uso tecnologico (artigianale – industriale)	10	74.546	6	69.402	4	48.200
Comunità Val di Non	T2	uso tecnologico + riscaldamento	85	2.747.051	89	3.287.683	84	2.681.071

			2014		2015		2016	
COMUNITÀ DI VALLE	COD.	UTENZE	PDR	Smc	PDR	Smc	PDR	Smc
Comunità della Valle di Sole		TOTALE	0	0	0	0	0	0
Comunità della Valle di Sole	C1	riscaldamento	0	0	0	0	0	0
Comunità della Valle di Sole	C2	uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	0	0	0	0	0	0
Comunità della Valle di Sole	C3	riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	0	0	0	0	0	0
Comunità della Valle di Sole	C4	uso condizionamento	0	0	0	0	0	0
Comunità della Valle di Sole	C5	uso condizionamento + riscaldamento	0	0	0	0	0	0
Comunità della Valle di Sole	T1	uso tecnologico (artigianale – industriale)	0	0	0	0	0	0
Comunità della Valle di Sole	T2	uso tecnologico + riscaldamento	0	0	0	0	0	0
Comunità delle Giudicarie		TOTALE	5.174	8.519.409	5.358	8.924.873	5.498	9.616.255
Comunità delle Giudicarie	C1	riscaldamento	75	874.848	71	1.084.633	72	1.109.797
Comunità delle Giudicarie	C2	uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	917	332.620	919	186.052	968	223.493
Comunità delle Giudicarie	C3	riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	4.105	6.702.637	4.294	6.980.576	4.383	7.696.738
Comunità delle Giudicarie	C4	uso condizionamento	0	0	0	0	1	3
Comunità delle Giudicarie	C5	uso condizionamento + riscaldamento	0	0	0	0	0	0
Comunità delle Giudicarie	T1	uso tecnologico (artigianale – industriale)	3	13.002	1	808	2	3.073
Comunità delle Giudicarie	T2	uso tecnologico + riscaldamento	74	596.303	73	672.803	72	583.151
Comunità Alto Garda e Ledro		TOTALE	19.392	35.265.033	19.527	44.136.310	19.681	46.486.195
Comunità Alto Garda e Ledro	C1	riscaldamento	812	4.731.640	823	5.247.107	815	5.189.083
Comunità Alto Garda e Ledro	C2	uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	627	82.765	629	94.513	610	221.171
Comunità Alto Garda e Ledro	C3	riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	15.936	10.410.902	16.061	11.633.005	16.248	11.671.305
Comunità Alto Garda e Ledro	C4	uso condizionamento	0	0	0	0	0	0
Comunità Alto Garda e Ledro	C5	uso condizionamento + riscaldamento	0	0	0	0	0	0
Comunità Alto Garda e Ledro	T1	uso tecnologico (artigianale – industriale)	2.008	19.618.330	2.003	26.648.210	1.996	28.812.857
Comunità Alto Garda e Ledro	T2	uso tecnologico + riscaldamento	9	421.396	11	513.475	12	591.779
Comunità della Vallagarina		TOTALE	36.646	57.235.456	36.834	58.145.532	36.989	56.286.667
Comunità della Vallagarina	C1	riscaldamento	780	11.894.055	749	12.891.673	759	12.765.269
Comunità della Vallagarina	C2	uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	13.450	2.173.832	14.003	2.549.702	13.508	2.565.629
Comunità della Vallagarina	C3	riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	21.948	24.706.005	21.621	25.719.021	22.284	27.018.796
Comunità della Vallagarina	C4	uso condizionamento	0	0	1	836	1	769
Comunità della Vallagarina	C5	uso condizionamento + riscaldamento	2	340	0	614	1	147
Comunità della Vallagarina	T1	uso tecnologico (artigianale – industriale)	31	4.059.532	17	2.843.153	11	162.165
Comunità della Vallagarina	T2	uso tecnologico + riscaldamento	435	14.401.692	443	14.140.533	425	13.773.892
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri		TOTALE	3.592	3.979.765	3.674	4.311.596	3.797	4.376.016
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	C1	riscaldamento	95	1.504.623	106	1.862.277	110	1.852.372
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	C2	uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	2.045	403.117	2.072	392.450	2.118	412.932
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	C3	riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	1.381	1.583.026	1.431	1.615.403	1.503	1.674.809
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	C4	uso condizionamento	1	167	1	276	2	395
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	C5	uso condizionamento + riscaldamento	0	0	0	0	2	511
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	T1	uso tecnologico (artigianale – industriale)	0	0	1	1.727	1	7.622
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	T2	uso tecnologico + riscaldamento	70	488.832	63	439.463	61	427.375

			2014		2015		2016	
COMUNITÀ DI VALLE	COD.	UTENZE	PDR	Smc	PDR	Smc	PDR	Smc
Comun General de Fascia		TOTALE	1.902	7.127.872	2.077	7.487.989	2.205	8.056.880
Comun General de Fascia	C1	riscaldamento	260	4.642.475	281	4.853.062	283	5.157.947
Comun General de Fascia	C2	uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	392	107.171	448	109.390	474	123.354
Comun General de Fascia	C3	riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	1.196	1.775.009	1.295	1.912.742	1.394	2.175.156
Comun General de Fascia	C4	uso condizionamento	0	0	0	0	0	0
Comun General de Fascia	C5	uso condizionamento + riscaldamento	0	0	0	0	0	0
Comun General de Fascia	T1	uso tecnologico (artigianale – industriale)	0	0	0	0	0	0
Comun General de Fascia	T2	uso tecnologico + riscaldamento	54	603.217	53	612.795	54	600.423
Territorio Val d’Adige		TOTALE	57.016	102.670.083	57.151	105.813.675	57.159	108.785.349
Territorio Val d’Adige	C1	riscaldamento	2.129	45.038.889	2.064	47.738.990	2.114	47.275.932
Territorio Val d’Adige	C2	uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	24.767	3.541.861	25.250	3.720.409	24.654	3.194.037
Territorio Val d’Adige	C3	riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di a.c.s.	29.490	35.783.597	29.204	36.329.492	29.790	39.674.497
Territorio Val d’Adige	C4	uso condizionamento	0	0	1	5.592	1	4.666
Territorio Val d’Adige	C5	uso condizionamento + riscaldamento	3	3.523	4	9.446	5	15.635
Territorio Val d’Adige	T1	uso tecnologico (artigianale – industriale)	25	2.005.839	22	1.522.277	15	1.390.797
Territorio Val d’Adige	T2	uso tecnologico + riscaldamento	602	16.296.374	606	16.487.469	580	17.229.785

		TOTALE	**181.005**	**318.474.170**	**185.737**	**342.839.236**	**187.347**	**351.383.094**
			2014		2015		2016	

Appendice B

Confronto tra gradi giorno e consumi di metano

Si riportano i grafici dei gradi giorno (calcolati dalle misurazioni di temperatura delle stazioni meteorologiche di riferimento) e dei consumi di gas per ogni comunità di valle del Trentino. I volumi di gas consumato sono forniti dalle utility di distribuzione per le tipologie di utenza domestica (C1, C2, C3, C4 e C5); di queste, si utilizzano solo le categorie C1 e C3. Le categorie C4 e C5, infatti, individuano l'utilizzo per condizionamento, che non deve essere considerato in quanto si valuta il solo riscaldamento invernale. La categoria C5, in realtà, comprende "uso condizionamento + riscaldamento"; non si rende però necessario alcun tentativo di scorporare i due utilizzi, perchè la categoria è quantitativamente trascurabile rispetto alle altre. Il totale di Smc nei 3 anni di riferimento per le categorie C1, C2 e C3 è infatti di 733.360.966 Smc, contro i 58.735 Smc imputati alla C5 nello stesso periodo. La categoria C2, invece, comprende solo gli usi per produzione di acqua calda sanitaria e per cottura cibi. Entrambi sono indipendenti dalla temperatura esterna e quindi dai gradi giorno; per questo vengono esclusi.

Si considerano quindi solo le categorie C1 e C3; i volumi di gas consumato vengono divisi per il numero di PDR (Punti di Riconsegna) relativo alle stesse categorie, così da ottenere un valore indipendente dalle variazioni nel numero di punti di forniture e contratti.

Vengono mostrate prima le quattro comunità di valle più popolose: Territorio Val d'Adige, Comunità della Vallagarina, Comunità Alta Valsugana e Bersntol, Comunità e Alto Garda e Ledro; seguono tutte le altre comunità. Per un elenco delle stazioni meteorologiche di riferimento per ogni comunità, si veda la tabella 7.2, nel Capitolo 7.

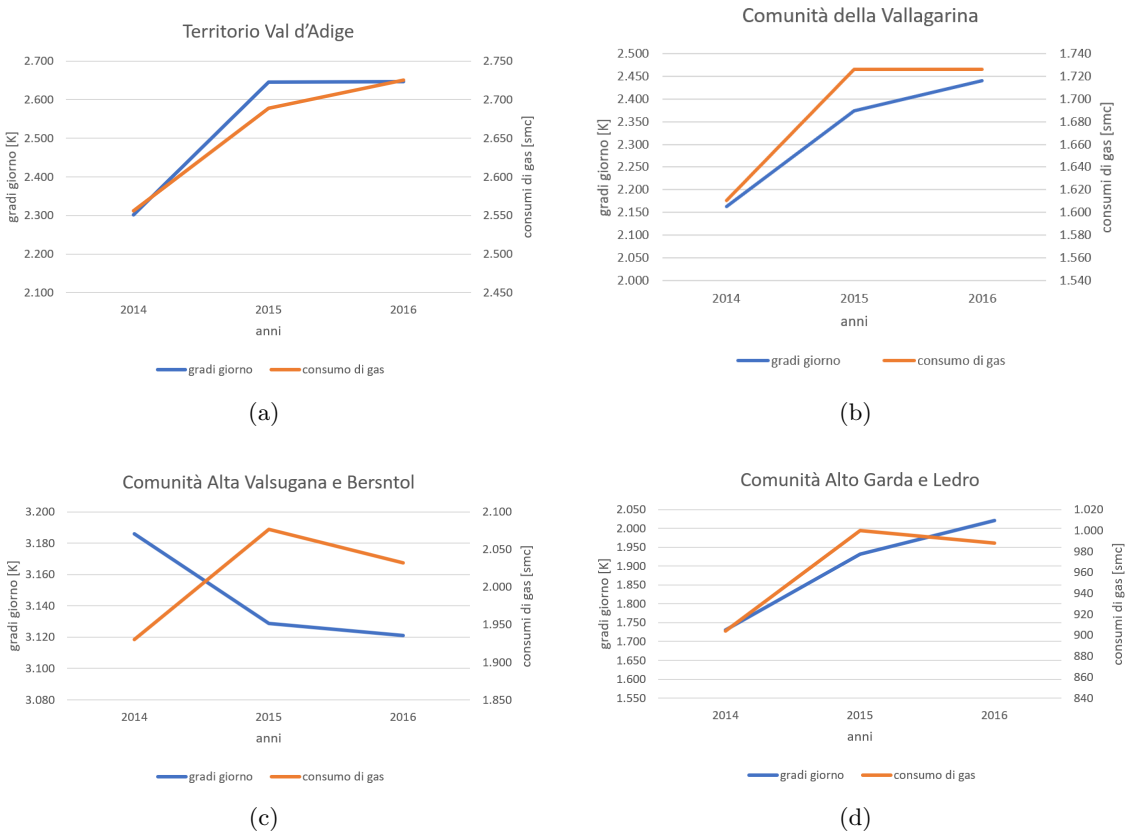
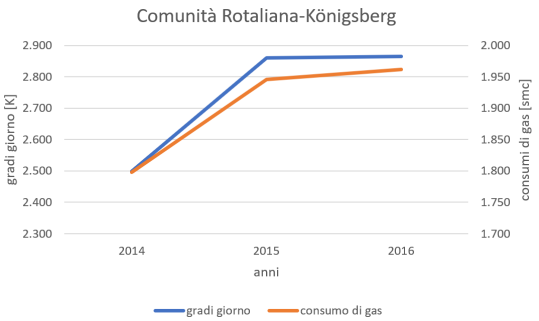
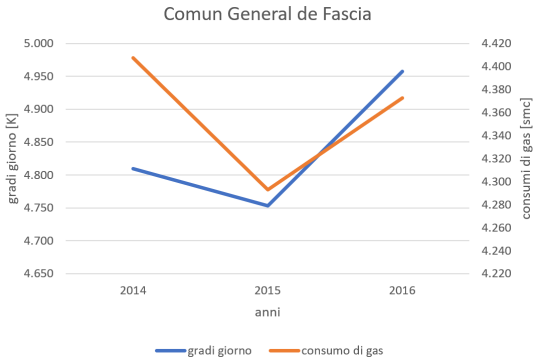


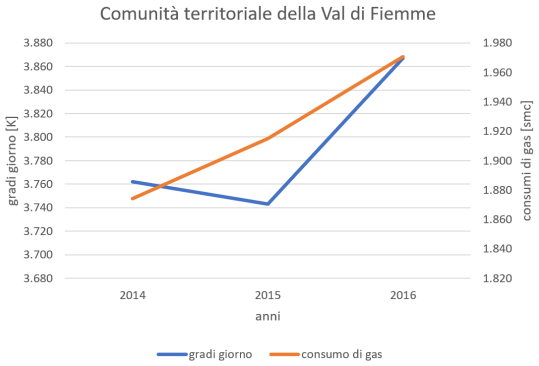
Figura B.1: dettaglio per comunità di valle del confronto tra gradi giorno reali e consumi di gas. Parte 1 di 3.



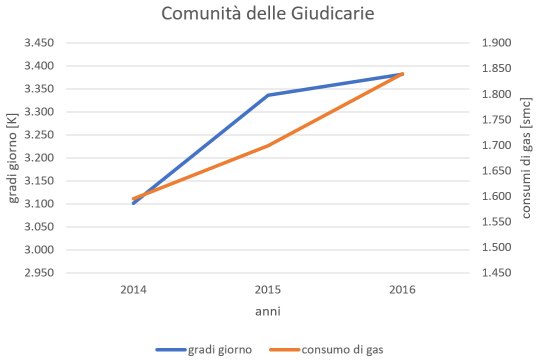
(a)



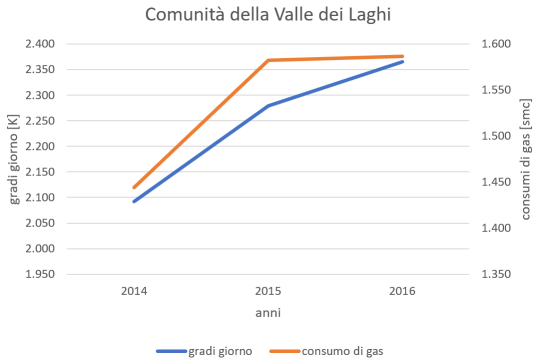
(b)



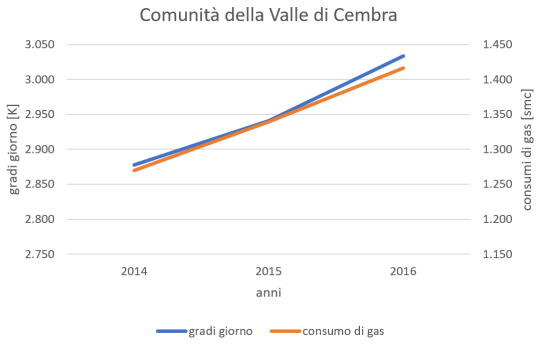
(c)



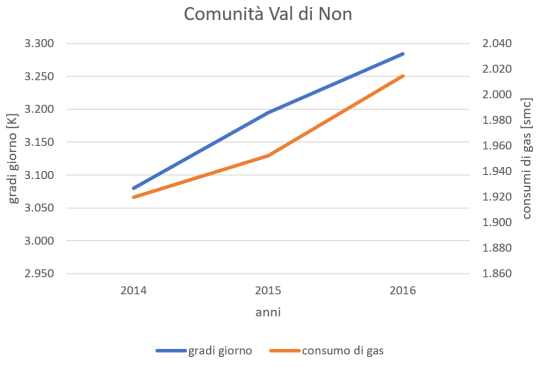
(d)



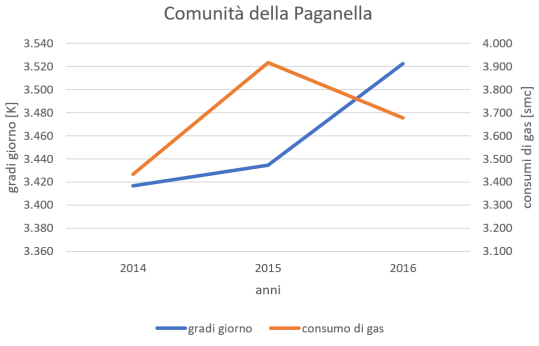
(e)



(f)

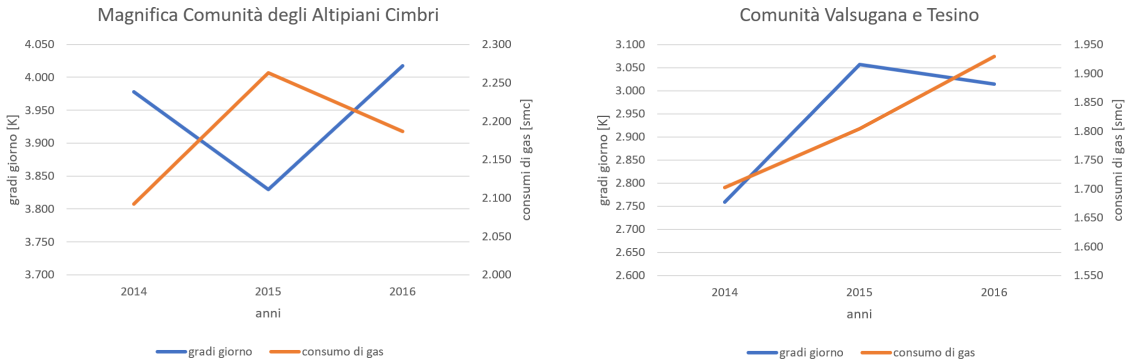


(g)



(h)

Figura B.2: dettaglio per comunità di valle del confronto tra gradi giorno reali e consumi di gas. Parte 2 di 3.



(a) (b)

Figura B.3: dettaglio per comunità di valle del confronto tra gradi giorno reali e consumi di gas. Parte 3 di 3.

B.1 Considerazioni sul metodo di calcolo dei gradi giorno

Come si vede dai grafici sopra presentati, per alcune comunità gli andamenti dei consumi di gas non rispecchiano quelli dei gradi giorno. Si prova ora a valutare se ciò è dovuto alle approssimazioni introdotte nel calcolo dei gradi giorno secondo la norma UNI EN ISO 15927-6. Essa, infatti:

1. non tiene conto del fatto che l'accensione del riscaldamento è regolamentata per legge, a seconda della zona climatica;[1]

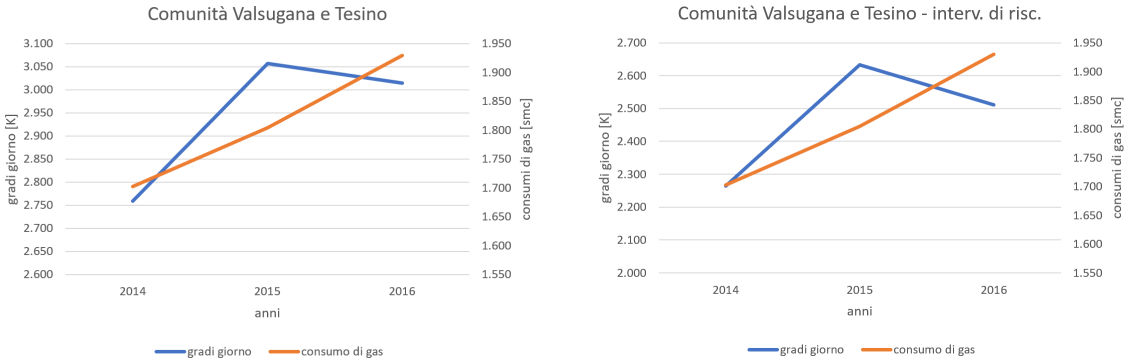
2. considera tutte le differenze positive tra la temperatura media giornaliera esterna e quella interna, ignorando che si tende ad accendere il riscaldamento solo quando la differenza tra la temperatura esterna e quella interna scende sotto un certo valore.

Per permettere un confronto, quindi, su quattro comunità campione si mostrano i gradi giorno calcolati nei due modi diversi: puramente secondo norma UNI EN ISO 15927-6, oppure cercando di attenersi maggiormente alla realtà. Per quest'ultimo metodo, si considerano anche i periodi di accensione del riscaldamento. Per entrambi i procedimenti, inoltre, si inserisce la possibilità di considerare solo le differenze di temperatura superiori ad un certo valore.

Si esegue subito un'analisi empirica di sensitività riguardo l'influenza di quest'ultimo parametro, osservando come cambiano i grafici al suo variare. Non si notano tuttavia miglioramenti. Si decide quindi di considerare tutte le differenze positive di temperatura. La temperatura scelta come temperatura interna di riferimento è 19°C, per meglio uniformarsi ai valori dei gradi giorno riportati dal DPR 412/93 e UNI 10348-1.

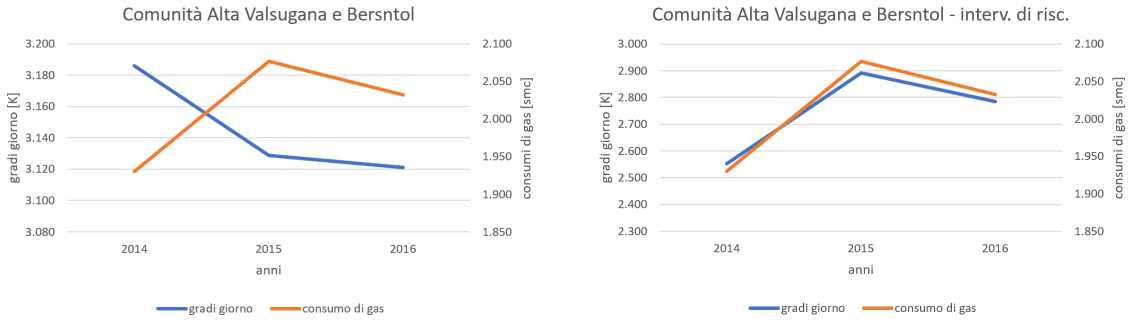
Si inizia valutando la Comunità Valsugana e Tesino, che si trova in Zona E e i cui consumi di gas non sembrano seguire molto bene i l'andamento dei gradi giorno. Come si vede, la situazione non migliora, anzi. Ciononostante, se si considera la Comunità Alta Valsugana e Bersntol (figura B.5), le cose migliorano incredibilmente, anche se essa non si trova in Zona E (si trova in Zona F). Per la Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri (figura B.6), gli andamenti migliorano parzialmente. Come ultima verifica, si considera una comunità i cui andamenti sono già ragionevolmente concordi: la Comunità della Val di Non (figura B.7). In questo caso, si vede che con il secondo metodo, la situazione peggiora leggermente.

[1] In Trentino si individuano due zone a seconda dell'altitudine: sopra i 430 metri si è in Zona F, mentre al di sotto si è in Zona E. Per la Zona F non c'è alcuna limitazione nell'accensione degli impianti termici, per la Zona E questa è limitata per estensione e durata giornaliera.



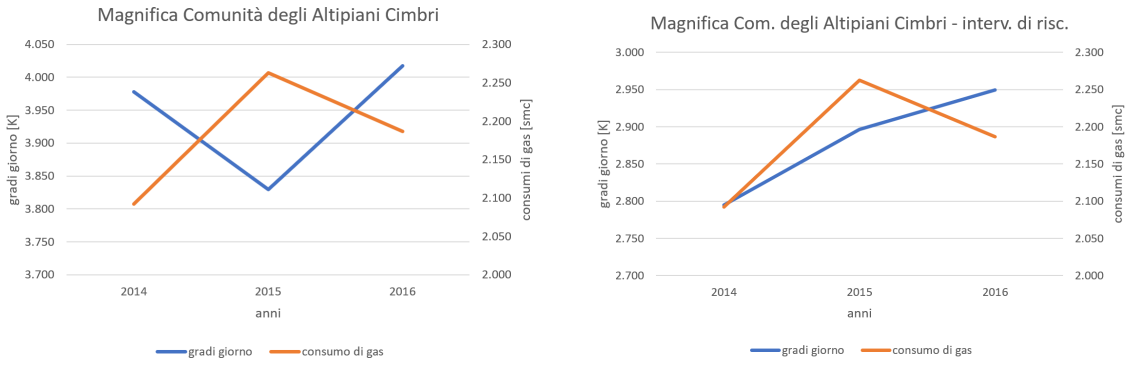
(a) (b)

Figura B.4: confronto tra consumi di gas e gradi giorno calcolati puramente secondo norma UNI EN ISO 15927-6 (grafico (a)) e calcolati anche tenendo conto degli intervalli di riscaldamento (grafico (b)).



(a) (b)

Figura B.5: confronto tra consumi di gas e gradi giorno calcolati puramente secondo norma UNI EN ISO 15927-6 (grafico (a)) e calcolati anche tenendo conto degli intervalli di riscaldamento (grafico (b)).

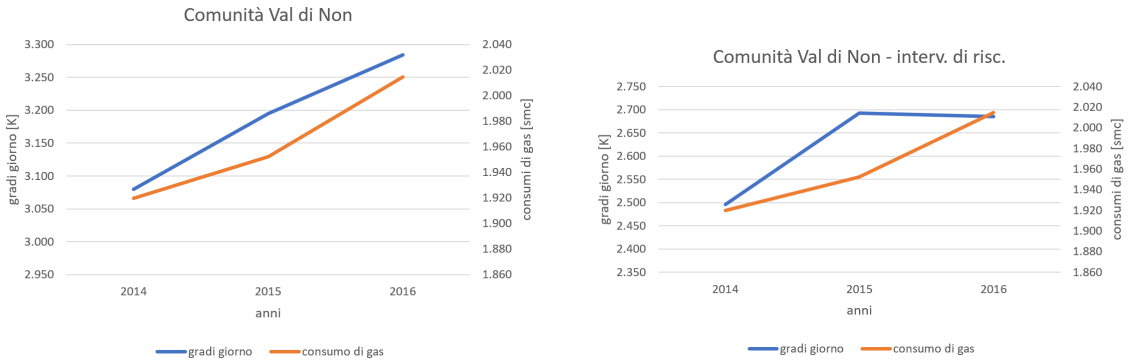


(a) (b)

Figura B.6: confronto tra consumi di gas e gradi giorno calcolati puramente secondo norma UNI EN ISO 15927-6 (grafico (a)) e calcolati anche tenendo conto degli intervalli di riscaldamento (grafico (b)).

B.1.1 Conclusioni

Pare che il tentativo di rendere più fedele alla realtà il calcolo dei gradi giorno non produca risultati definitivamente migliori. Si ritiene quindi che ci siano anche altri fattori in gioco che modificano l'andamento dei consumi di gas oltre alla temperatura esterna, spiegando le differenze viste nei grafici all'inizio di questa appendice. Tra questi fattori, si possono



(a) (b)

Figura B.7: confronto tra consumi di gas e gradi giorno calcolati puramente secondo norma UNI EN ISO 15927-6 (grafico (a)) e calcolati anche tenendo conto degli intervalli di riscaldamento (grafico (b)).

elencare:

- variazioni nella quota di fabbisogno termico coperta da biomasse;
- variazioni negli apporti solari (ad esempio, rispetto alle giornate invernali nuvolose, le giornate invernali limpide possono presentare temperature più basse, ma il calore del sole può scaldare maggiormente l'interno delle abitazioni)

Dopo varie prove, si conferma di utilizzare il metodo di calcolo conforme alla norma UNI EN ISO 15927-6 (ignorando quindi i periodi di riscaldamento).

Appendice C

Indagine CATI sull'uso di legna nelle famiglie

Risultati dell'indagine CATI compiuta da ISPAT nel periodo novembre-dicembre 2016, ed esposta nel Capitolo 9.2. La tabella e il relativo grafico seguente mostrano il risultato della ripartizione sulle comunità di valle dei dati dell'indagine; sono stati spostati in appendice per non creare confusione, in quanto si è scelto di ripartire i consumi secondo un metodo differente (ovvero in base agli usi civici, Capitolo 9.2.1).

Tabella C.1: elaborazione dati dell'indagine con metodologia CATI sull'utilizzo di legna nelle famiglie (origine dati ISPAT, 2016).

Comunità di Valle	**consumo di legna annuale [t]**
Comunità territoriale della Val di Fiemme	24.901
Comunità del Primiero	4.123
Comunità Valsugana e Tesino	13.571
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	27.884
Comunità della Valle di Cembra	5.325
Comunità Val di Non	24.744
Comunità della Valle di Sole	13.801
Comunità delle Giudicarie	17.524
Comunità Alto Garda e Ledro	18.860
Comunità della Vallagarina	34.869
Comun General de Fascia	11.873
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	6.530
Comunità Rotaliana-Königsberg	10.624
Comunità della Paganella	5.212
Territorio Val d'Adige	47.877
Comunità della Valle dei Laghi	3.972
Totale	**271.690**

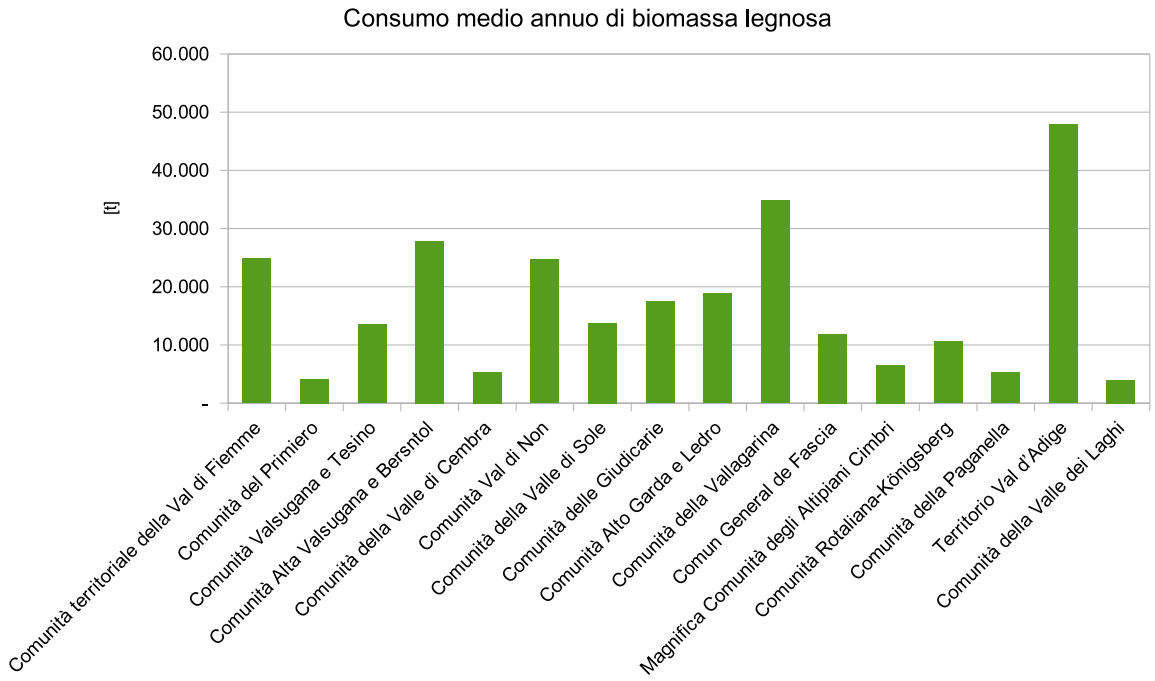


Figura C.1: elaborazione dati dell'indagine con metodologia CATI sull'utilizzo di legna nelle famiglie (origine dati ISPAT, 2016).

Appendice D

Prodotti petroliferi per riscaldamento: ripartizione in base alla popolazione non metanizzata

Con questo metodo, per prima cosa si è costretti a ipotizzare la ripartizione dei consumi tra aree metanizzate e non: viene assunto che l'85% dei prodotti petroliferi per riscaldamento venduto in provincia sia consumato in comuni non metanizzati, mentre il restante 15% in comuni considerati metanizzati. I consumi vengono quindi suddivisi per ogni comune in base al numero di abitanti non allacciati alla rete del gas. Infine, i dati vengono aggregati per comunità di valle, ottenendo i grafici di figura D.1 (per quanto riguarda il gasolio) e di figura D.2 (per il GPL). Si noti che vengono mostrate solo le comunità di valle con almeno un comune non metanizzato.

Ad un'analisi più approfondita, però, questo metodo rivela una grave mancanza: non considera infatti i contributi degli impianti di teleriscaldamento, né le variazioni nell'incidenza delle altre fonti, come la biomassa per riscaldamento domestico. Specialmente l'assenza dei dati relativi al teleriscaldamento porta a risultati considerati inattendibili. L'esempio più grave è costituito dalla Comunità del Primiero: essa è prevalentemente servita da un impianto di teleriscaldamento a biomassa, quindi l'utilizzo di impianti a gasolio o GPL è molto secondario. Si sconsiglia pertanto l'utilizzo di questo metodo di ripartizione dei consumi, in favore di quello basato sul SIRE.

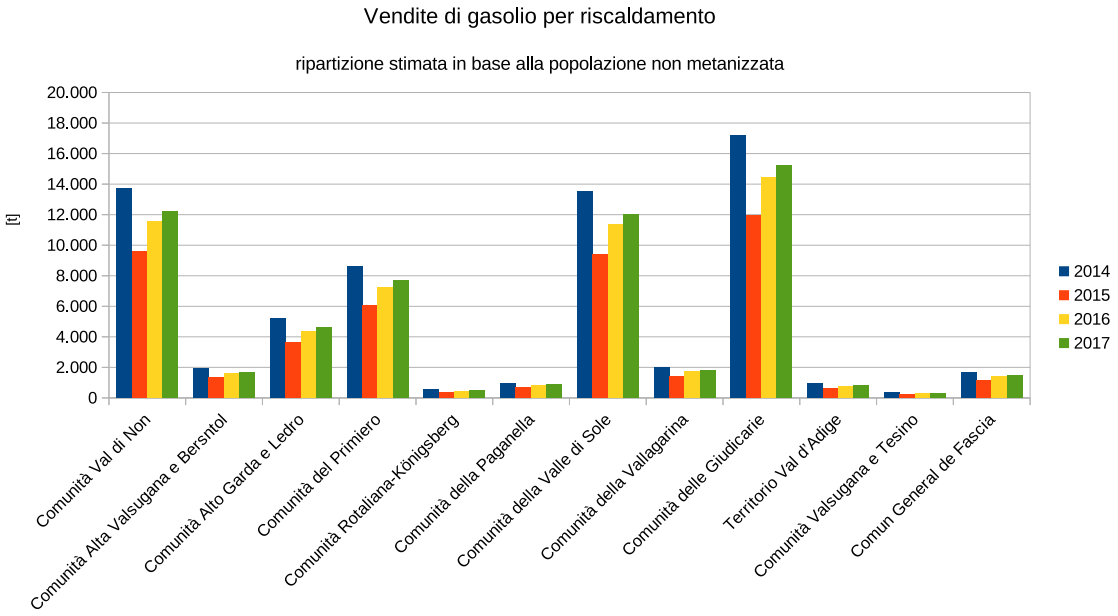


Figura D.1: elaborazione dati provinciali del *Bollettino Petrolifero*, MISE-DGSAIE

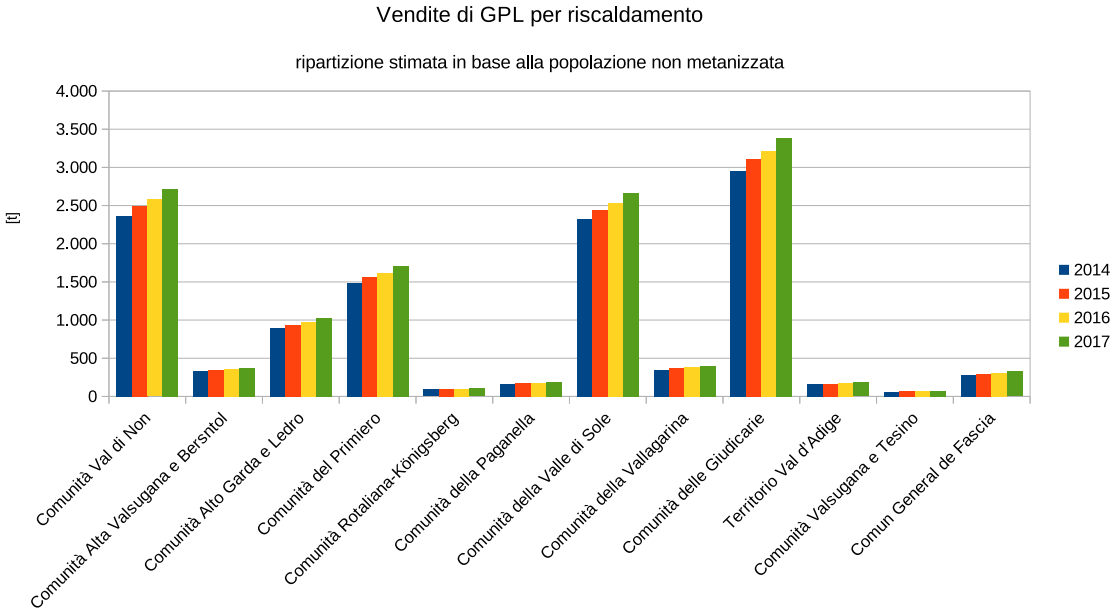


Figura D.2: elaborazione dati provinciali del *Bollettino Petrolifero*, MISE-DGSAIE

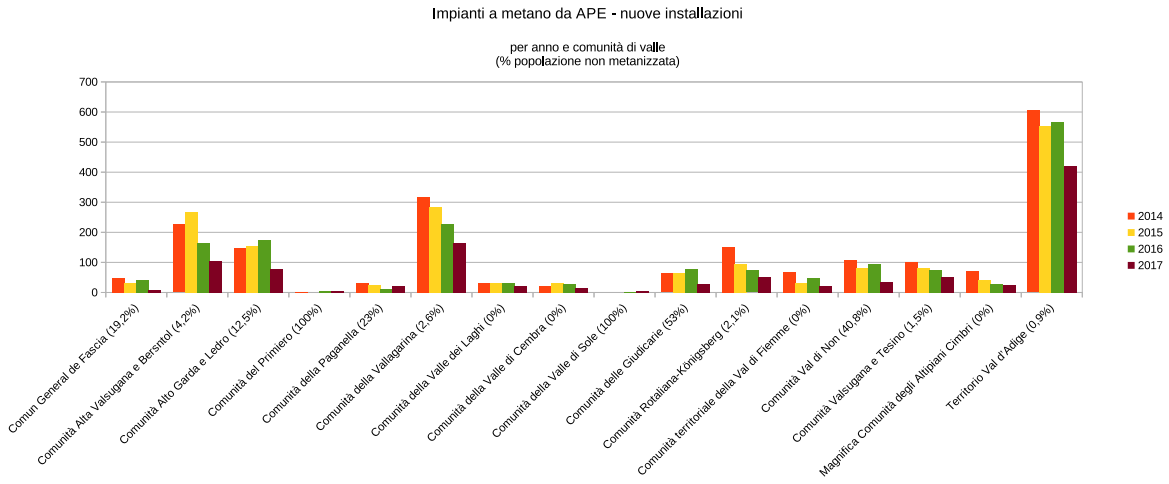
Appendice E

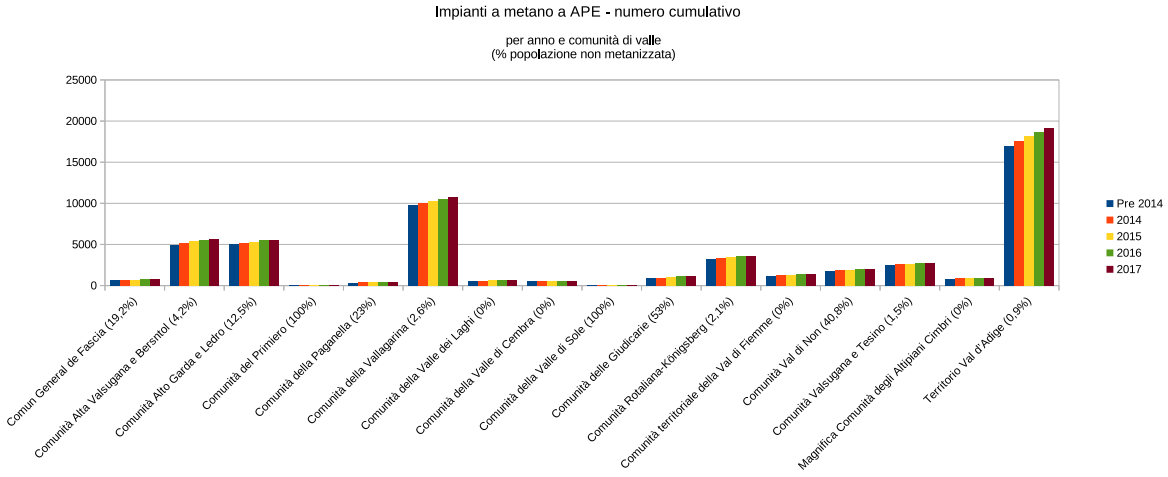
Dettaglio della caratterizzazione impiantistica

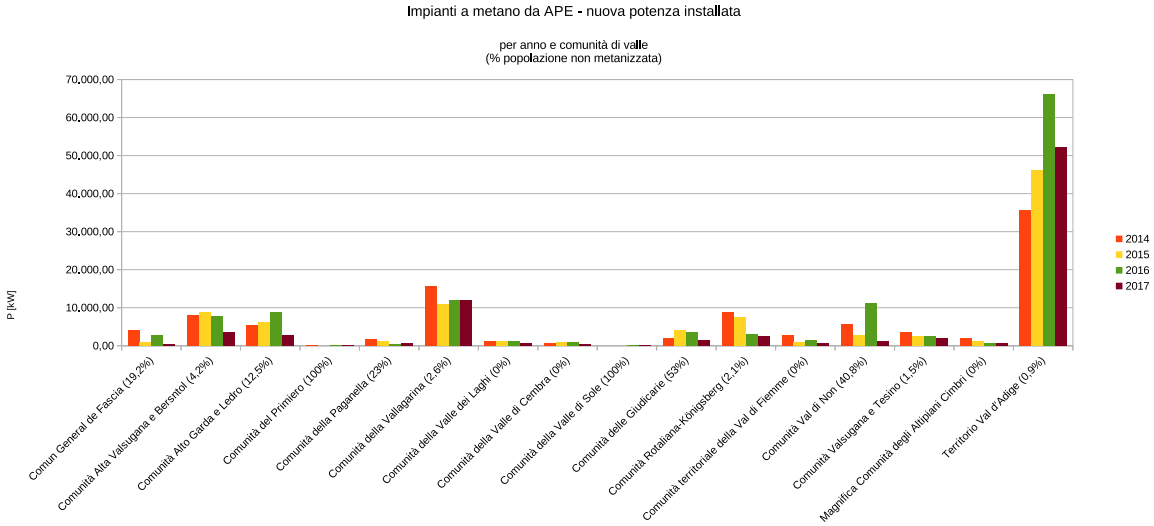
E.1 Impianti a metano

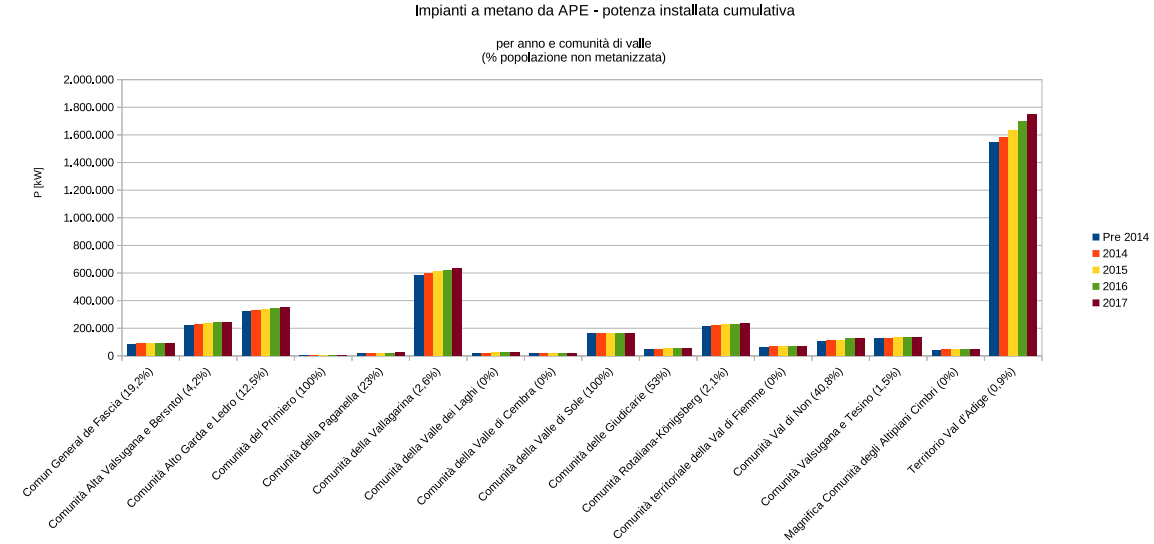
Si ricordi che i dati relativi agli impianti a gas metano ottenuti dagli APE sono sovrastimati, come spiegato nella Sezione 10.1.1.

Si nota inoltre che le pompe di calore a motore endotermico alimentato a metano non sono riportate qui, bensì nella sezione “Pompe di calore”.



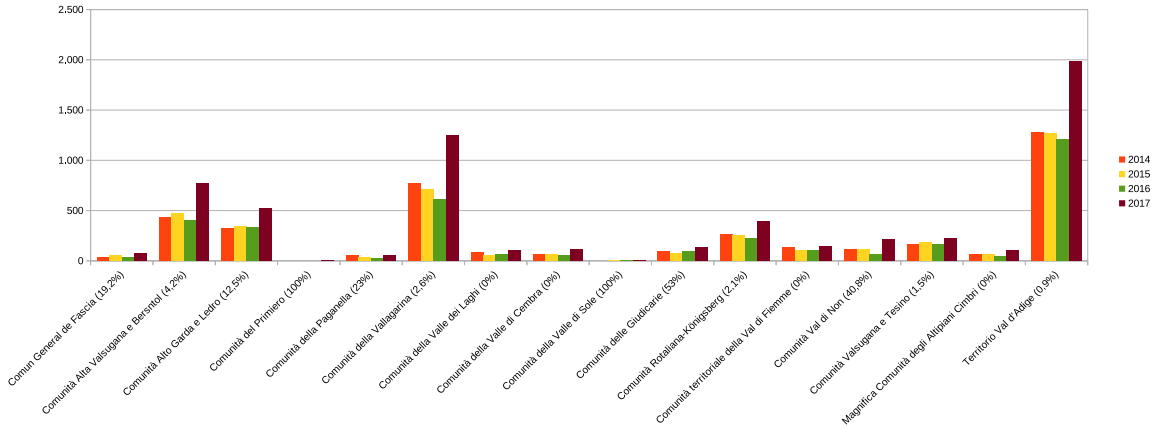

Impianti a metano a APE - numero cumulativo
per anno e comunità di valle
(% popolazione non metanizzata)
25000
20000
15000
10000
5000
0
Comun General de Fascia (19.2%)
Comunità Alta Valsugana e Bersntol (4.2%)
Comunità Alto Garda e Ledro (12.5%)
Comunità del Primiero (100%)
Comunità della Paganella (23%)
Comunità della Vallagarina (2.6%)
Comunità della Valle dei Laghi (0%)
Comunità della Valle di Cembra (0%)
Comunità della Valle di Sole (100%)
Comunità delle Giudicarie (53%)
Comunità Rotaliana-Königsberg (2.1%)
Comunità territoriale della Val di Fiemme (0%)
Comunità Val di Non (40.8%)
Comunità Valsugana e Tesino (1.5%)
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri (0%)
Territorio Val d'Adige (0.9%)
Pre 2014
2014
2015
2016
2017


Impianti a metano da APE - nuova potenza installata
per anno e comunità di valle
(% popolazione non metanizzata)
P [kW]
70.000,00
60.000,00
50.000,00
40.000,00
30.000,00
20.000,00
10.000,00
0,00
Comun General de Fascia (19.2%)
Comunità Alta Valsugana e Bersntol (4.2%)
Comunità Alto Garda e Ledro (12.5%)
Comunità del Primiero (100%)
Comunità della Paganella (23%)
Comunità della Vallagarina (2.6%)
Comunità della Valle dei Laghi (0%)
Comunità della Valle di Cembra (0%)
Comunità della Valle di Sole (100%)
Comunità delle Giudicarie (53%)
Comunità Rotaliana-Königsberg (2.1%)
Comunità territoriale della Val di Fiemme (0%)
Comunità Val di Non (40.8%)
Comunità Valsugana e Tesino (1.5%)
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri (0%)
Territorio Val d'Adige (0.9%)
2014
2015
2016
2017


Impianti a metano da APE - potenza installata cumulativa
per anno e comunità di valle
(% popolazione non metanizzata)
P [kW]
2.000.000
1.800.000
1.600.000
1.400.000
1.200.000
1.000.000
800.000
600.000
400.000
200.000
0
Comun General de Fascia (19.2%)
Comunità Alta Valsugana e Bersntol (4.2%)
Comunità Alto Garda e Ledro (12.5%)
Comunità del Primiero (100%)
Comunità della Paganella (23%)
Comunità della Vallagarina (2.6%)
Comunità della Valle dei Laghi (0%)
Comunità della Valle di Cembra (0%)
Comunità della Valle di Sole (100%)
Comunità delle Giudicarie (53%)
Comunità Rotaliana-Königsberg (2.1%)
Comunità territoriale della Val di Fiemme (0%)
Comunità Val di Non (40.8%)
Comunità Valsugana e Tesino (1.5%)
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri (0%)
Territorio Val d'Adige (0.9%)
Pre 2014
2014
2015
2016
2017

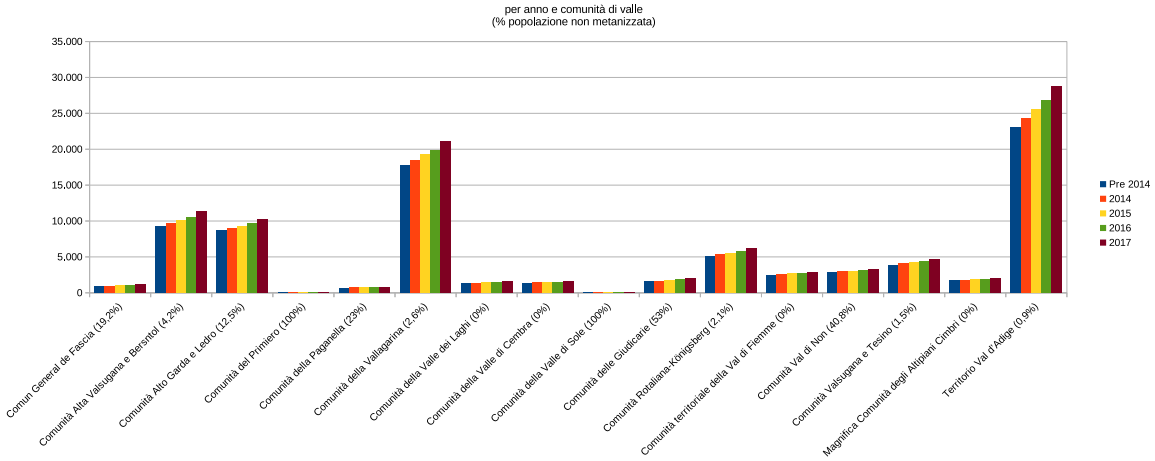
Impianti a metano da SIRE - nuove installazioni

per anno e comunità di valle
(% popolazione non metanizzata)



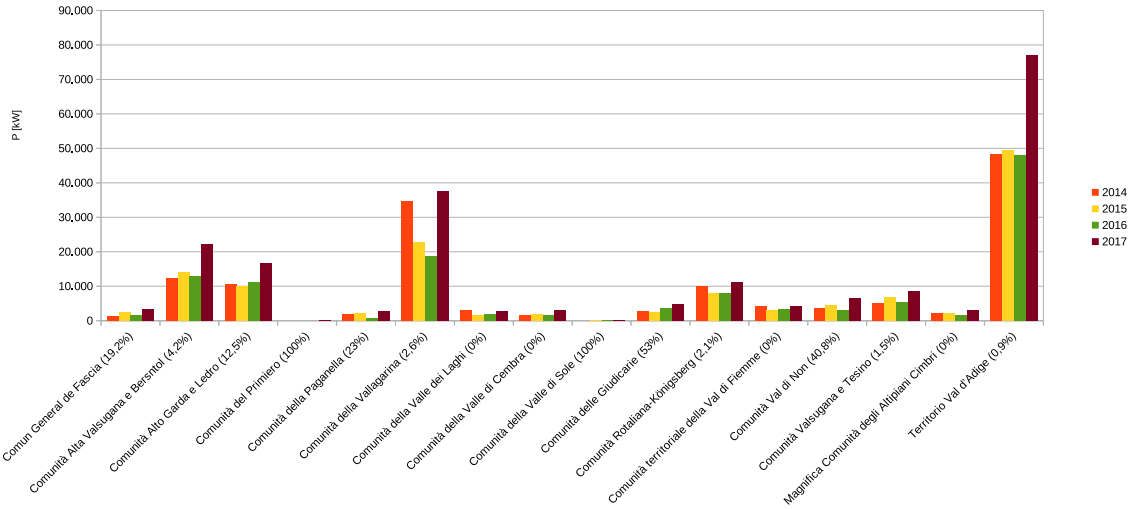
Impianti a metano da SIRE - numero cumulativo

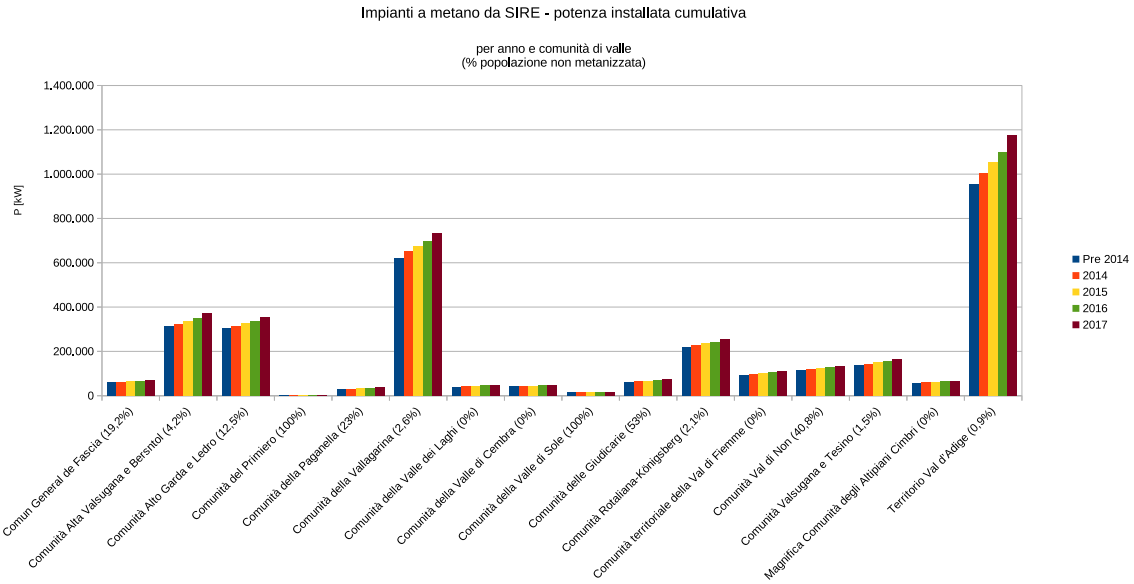
per anno e comunità di valle
(% popolazione non metanizzata)



Impianti a metano da SIRE - potenza installata cumulativa

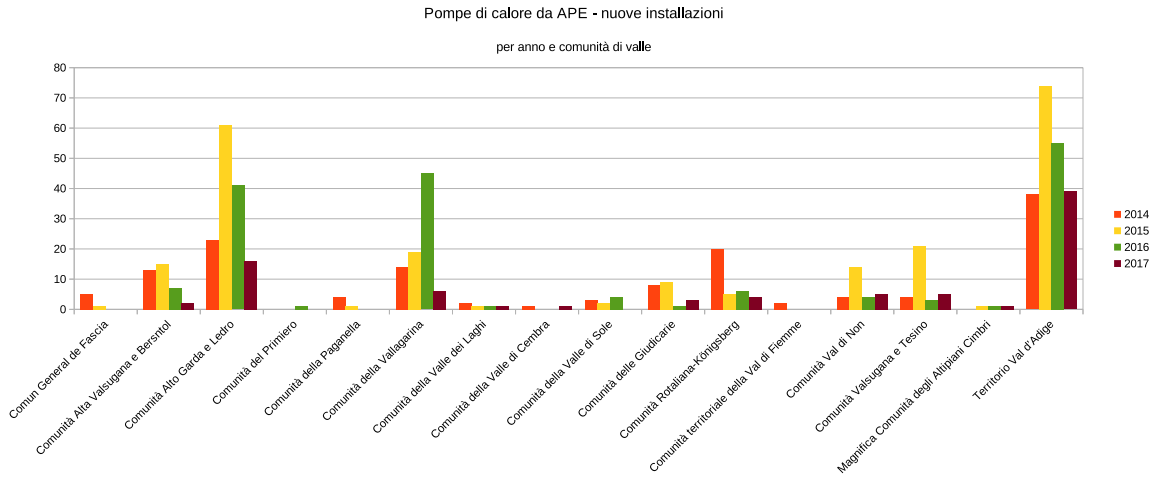
per anno e comunità di valle
(% popolazione non metanizzata)

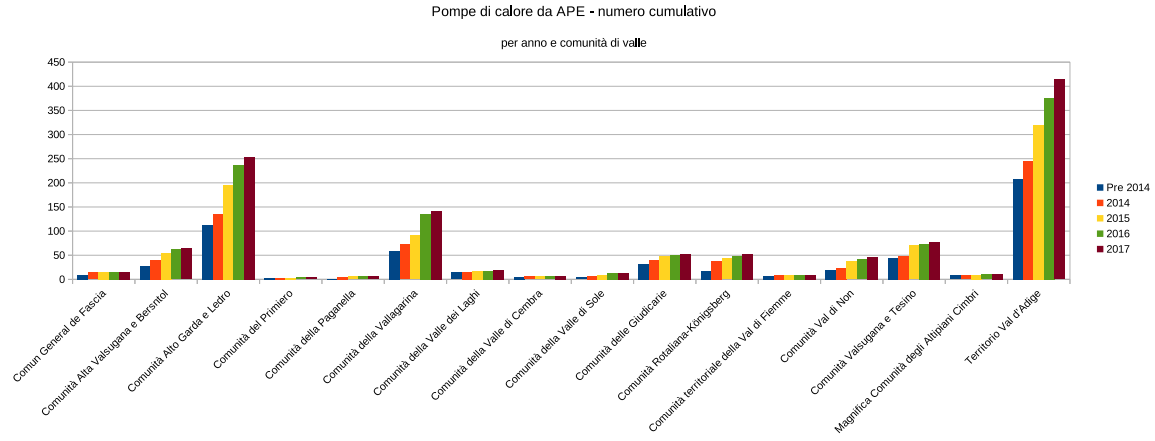


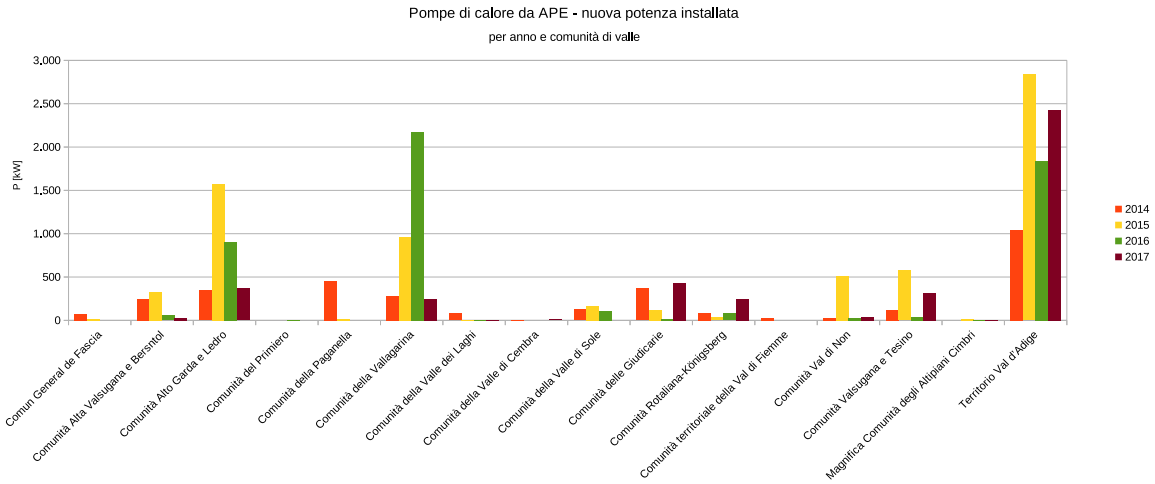

Impianti a metano da SIRE - potenza installata cumulativa
per anno e comunità di valle
(% popolazione non metanizzata)
P [kW]
1.400.000
1.200.000
1.000.000
800.000
600.000
400.000
200.000
0
Comun General de Fascia (19.2%)
Comunità Alta Valsugana e Bersntol (4.2%)
Comunità Alto Garda e Ledro (12.5%)
Comunità del Primiero (100%)
Comunità della Paganella (23%)
Comunità della Vallagarina (2.6%)
Comunità della Valle dei Laghi (0%)
Comunità della Valle di Cembra (0%)
Comunità della Valle di Sole (100%)
Comunità delle Giudicarie (53%)
Comunità Rotaliana-Königsberg (2.1%)
Comunità territoriale della Val di Fiemme (0%)
Comunità Val di Non (40.8%)
Comunità Valsugana e Tesino (1.5%)
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri (0%)
Territorio Val d'Adige (0.9%)
Pre 2014
2014
2015
2016
2017

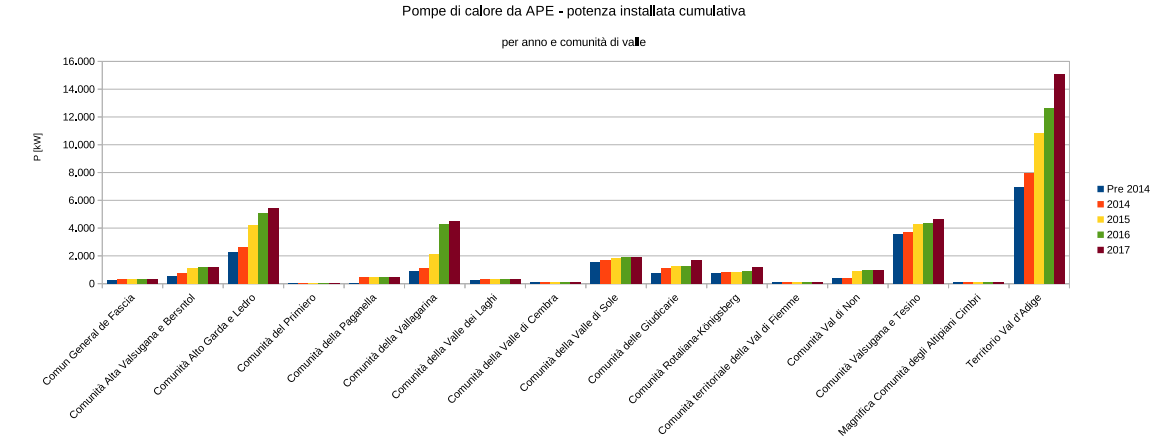
E.2 Pompe di calore

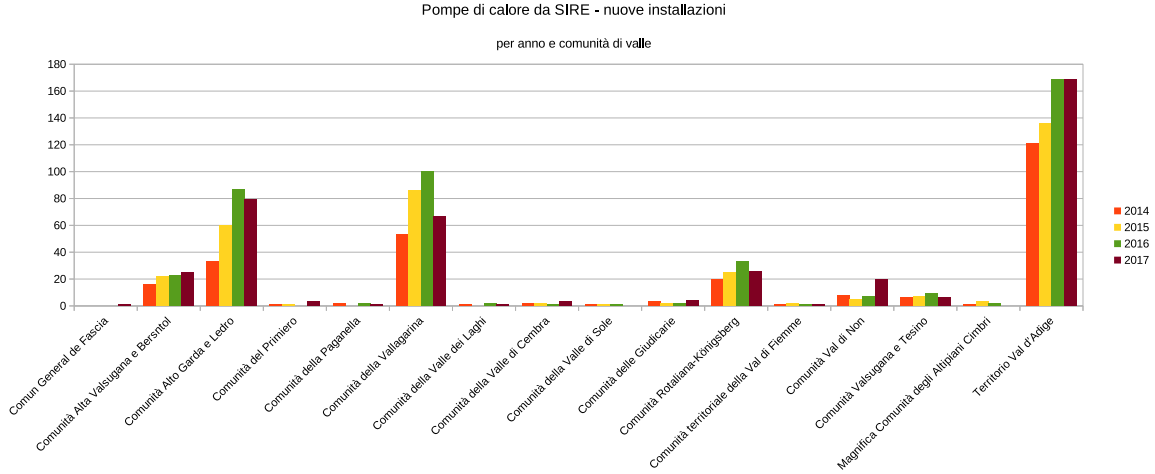
Si fa notare che le pompe di calore a motore endotermico alimentato a metano sono riportate in questa sezione e non in quella “Impianti a metano”. Si noti inoltre che, per quanto riguarda gli APE e come già detto nel Capitolo 10.1.2, solo l’impianto principale per climatizzazione invernale (denominato “ci_imp_1” nel database degli attestati) è stato considerato per questi grafici. Gli apparecchi per solo raffrescamento estivo non sono quindi conteggiati dagli Attestati di Prestazione Energetica (diversamente dal SIRE).

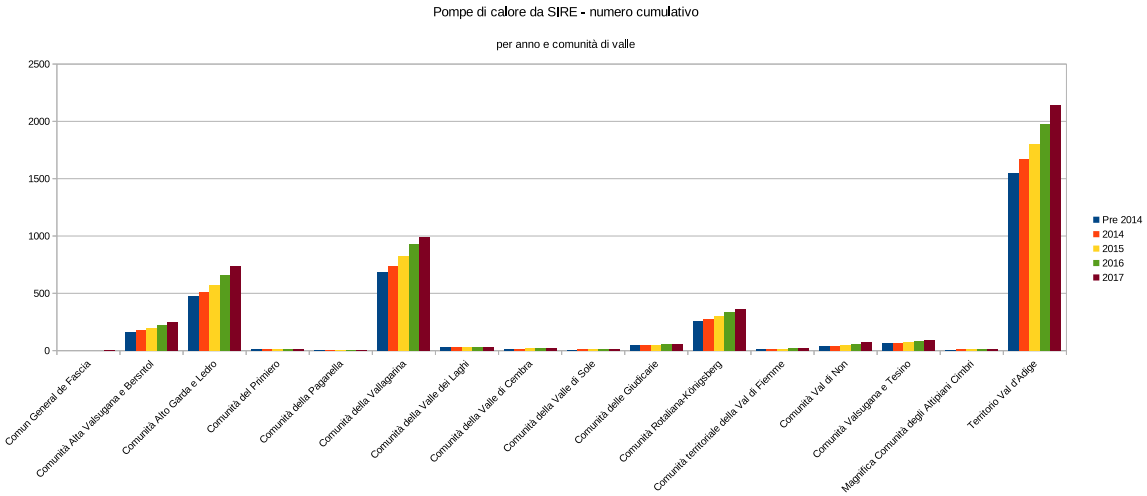


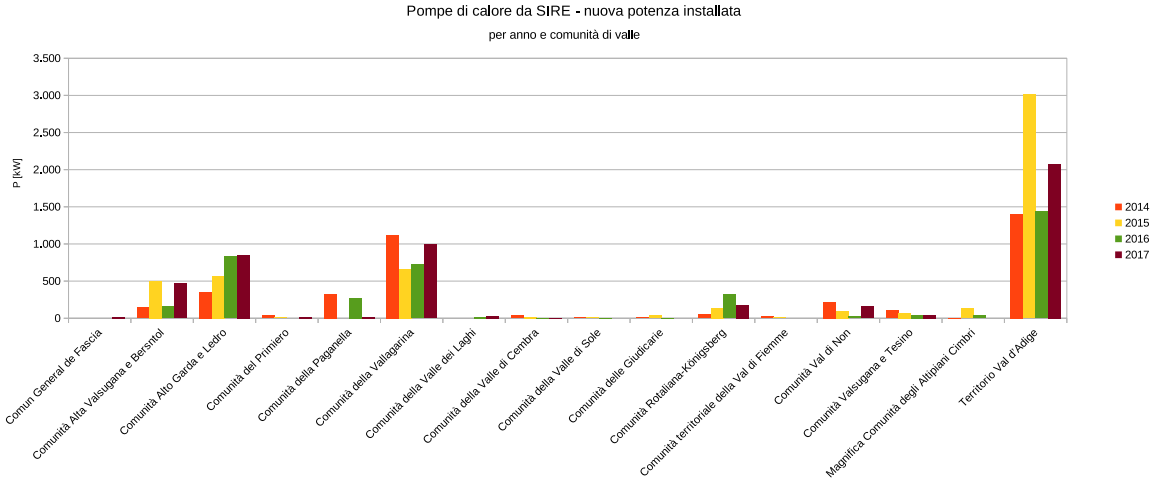


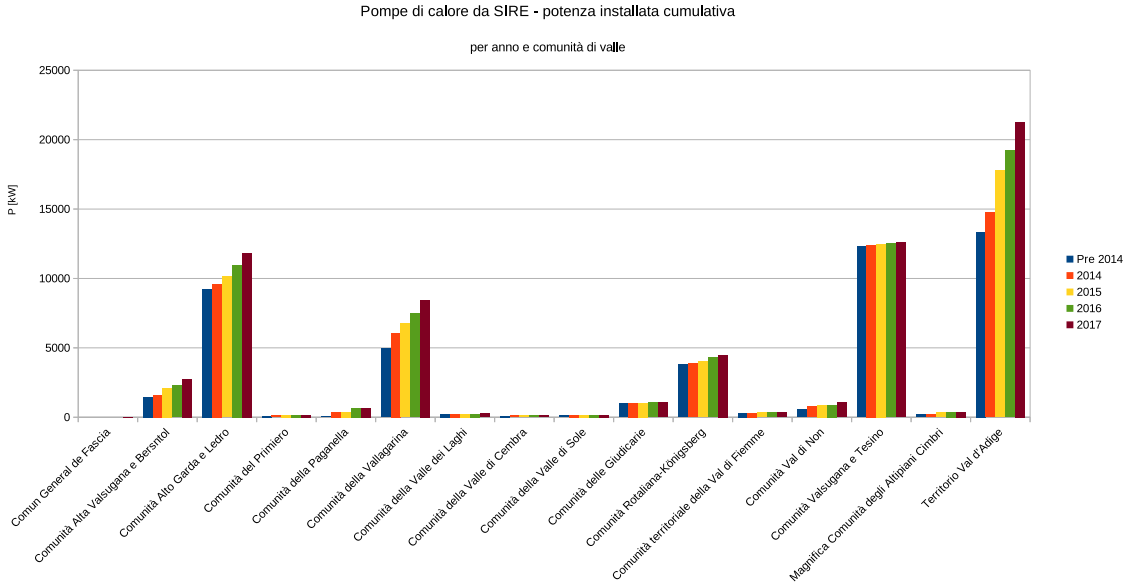

Pompe di calore da APE - nuova potenza installata
per anno e comunità di valle
P [kW]
3.000
2.500
2.000
1.500
1.000
500
0
2014
2015
2016
2017
Comun General de Fascia
Comunità Alta Valsugana e Bersntol
Comunità Alto Garda e Ledro
Comunità del Primiero
Comunità della Paganella
Comunità della Vallagarina
Comunità della Valle dei Laghi
Comunità della Valle di Cembra
Comunità della Valle di Sole
Comunità delle Giudicarie
Comunità Rotaliana-Königsberg
Comunità territoriale della Val di Fiemme
Comunità Val di Non
Comunità Valsugana e Tesino
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri
Territorio Val d'Adige


Pompe di calore da APE - potenza installata cumulativa
per anno e comunità di valle
P [kW]
16.000
14.000
12.000
10.000
8.000
6.000
4.000
2.000
0
Pre 2014
2014
2015
2016
2017
Comun General de Fascia
Comunità Alta Valsugana e Bersntol
Comunità Alto Garda e Ledro
Comunità del Primiero
Comunità della Paganella
Comunità della Vallagarina
Comunità della Valle dei Laghi
Comunità della Valle di Cembra
Comunità della Valle di Sole
Comunità delle Giudicarie
Comunità Rotaliana-Königsberg
Comunità territoriale della Val di Fiemme
Comunità Val di Non
Comunità Valsugana e Tesino
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri
Territorio Val d'Adige


Pompe di calore da SIRE - nuove installazioni
per anno e comunità di valle
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
2014
2015
2016
2017
Comun General de Fascia
Comunità Alta Valsugana e Bersntol
Comunità Alto Garda e Ledro
Comunità del Primiero
Comunità della Paganella
Comunità della Vallagarina
Comunità della Valle dei Laghi
Comunità della Valle di Cembra
Comunità della Valle di Sole
Comunità delle Giudicarie
Comunità Rotaliana-Königsberg
Comunità territoriale della Val di Fiemme
Comunità Val di Non
Comunità Valsugana e Tesino
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri
Territorio Val d'Adige

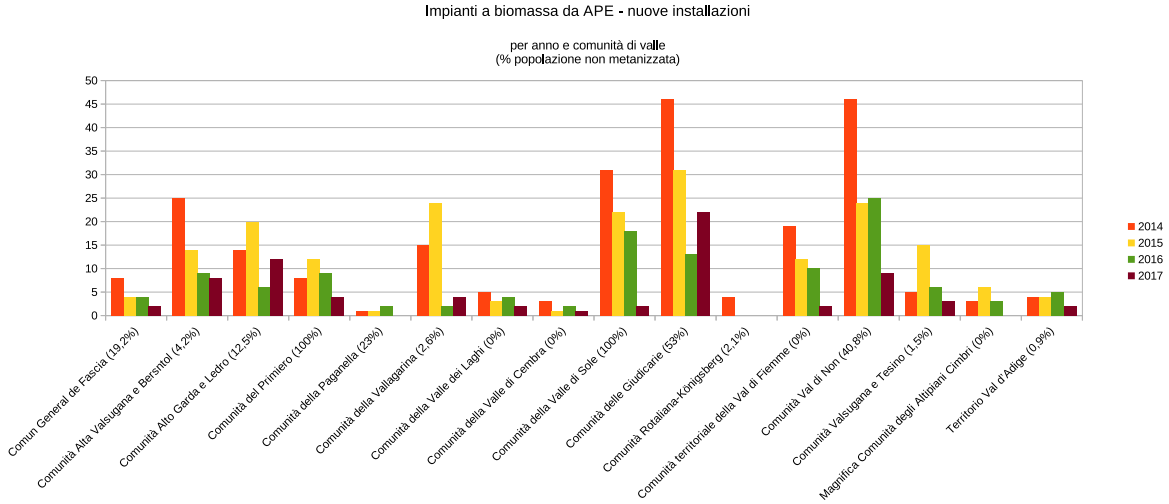

Pompe di calore da SIRE - numero cumulativo
per anno e comunità di valle
2500
2000
1500
1000
500
0
Pre 2014
2014
2015
2016
2017
Comun General de Fascia
Comunità Alta Valsugana e Bersntol
Comunità Alto Garda e Ledro
Comunità del Primiero
Comunità della Paganella
Comunità della Vallagarina
Comunità della Valle dei Laghi
Comunità della Valle di Cembra
Comunità della Valle di Sole
Comunità delle Giudicarie
Comunità Rotaliana-Königsberg
Comunità territoriale della Val di Fiemme
Comunità Val di Non
Comunità Valsugana e Tesino
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri
Territorio Val d'Adige

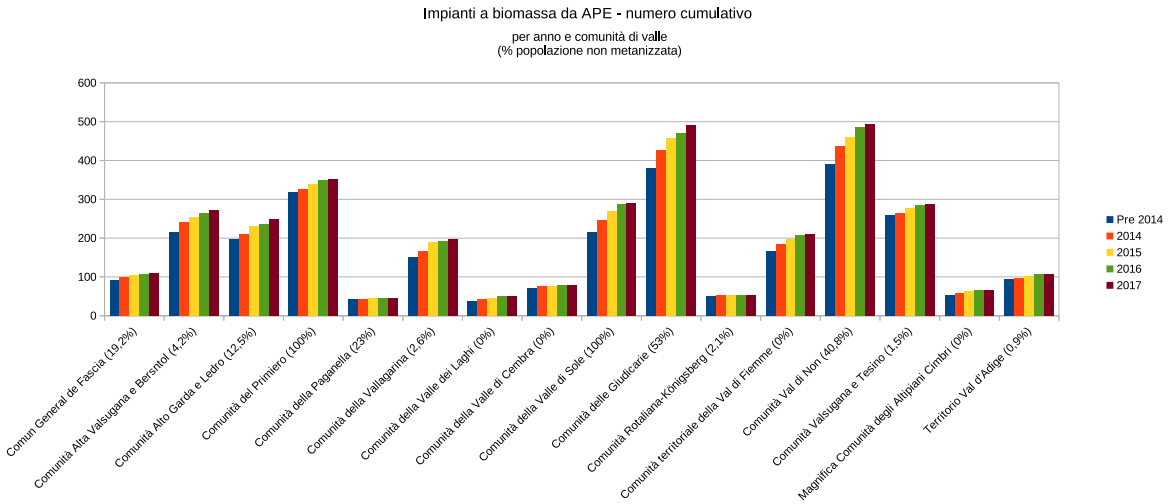

Pompe di calore da SIRE - nuova potenza installata
per anno e comunità di valle
P [kW]
3.500
3.000
2.500
2.000
1.500
1.000
500
0
2014
2015
2016
2017
Comun General de Fascia
Comunità Alta Valsugana e Bersntol
Comunità Alto Garda e Ledro
Comunità del Primiero
Comunità della Paganella
Comunità della Vallagarina
Comunità della Valle dei Laghi
Comunità della Valle di Cembra
Comunità della Valle di Sole
Comunità delle Giudicarie
Comunità Rotaliana-Königsberg
Comunità territoriale della Val di Fiemme
Comunità Val di Non
Comunità Valsugana e Tesino
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri
Territorio Val d'Adige


Pompe di calore da SIRE - potenza installata cumulativa
per anno e comunità di valle
P [kW]
25000
20000
15000
10000
5000
0
Pre 2014
2014
2015
2016
2017
Comun General de Fascia
Comunità Alta Valsugana e Bersntol
Comunità Alto Garda e Ledro
Comunità del Primiero
Comunità della Paganella
Comunità della Vallagarina
Comunità della Valle dei Laghi
Comunità della Valle di Cembra
Comunità della Valle di Sole
Comunità delle Giudicarie
Comunità Rotaliana-Königsberg
Comunità territoriale della Val di Fiemme
Comunità Val di Non
Comunità Valsugana e Tesino
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri
Territorio Val d'Adige

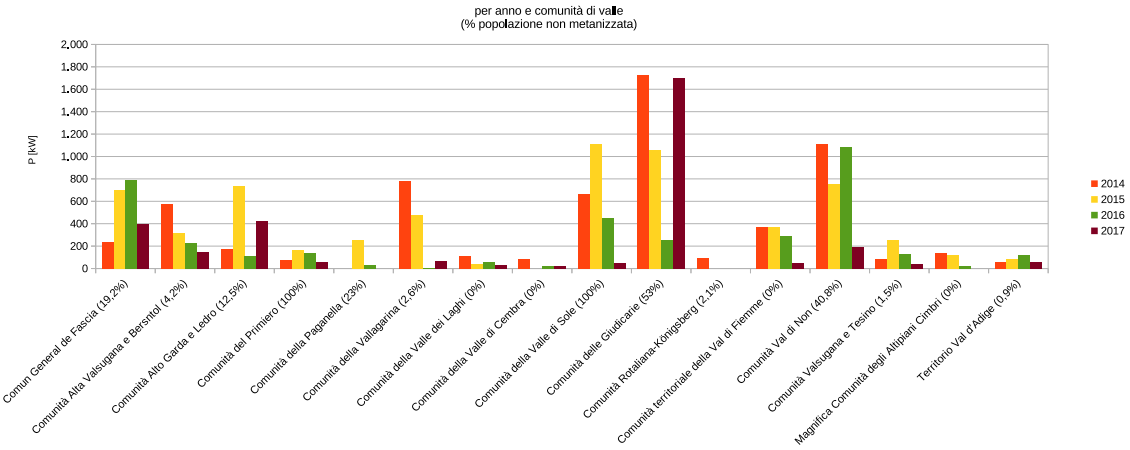
E.3 Impianti a biomasse

Gli APE di versione 1 e 2 classificano le biomasse combustibili in due modi diversi: nella versione 1, esse sono distinte in legna, cippato, pellets e biomassa, mentre nella versione 2 in biomasse solide, biomasse liquide e biomasse gassose. Ai fini dell'elaborazione, si decide di sommare tutte le tipologie di biomassa. Dopo aver riportato i dati totali, comunque, si presenta un'analisi dettagliata delle tipologie di biomassa, per quanto permesso dalle informazioni nella versione 1 dei certificati (in uso fino al 2017).

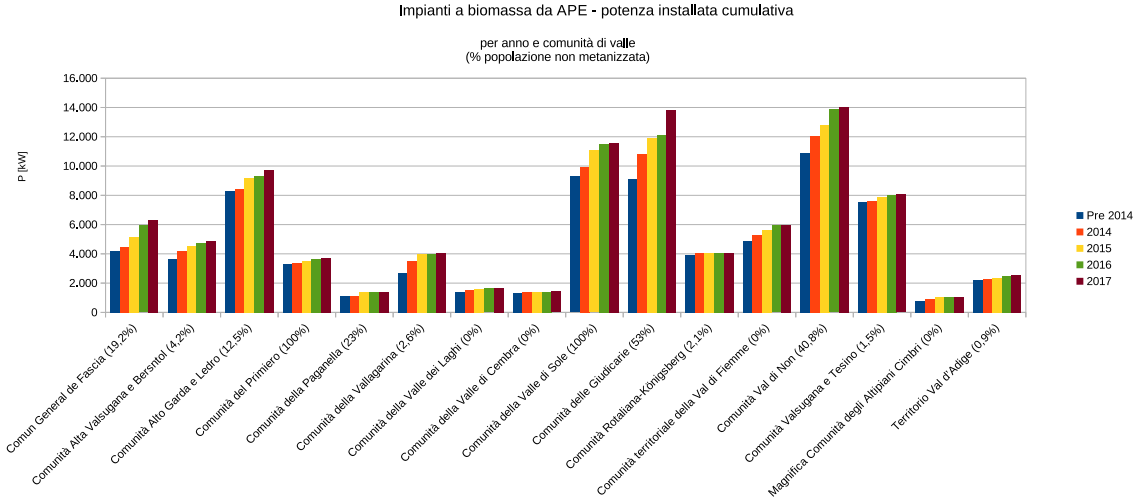




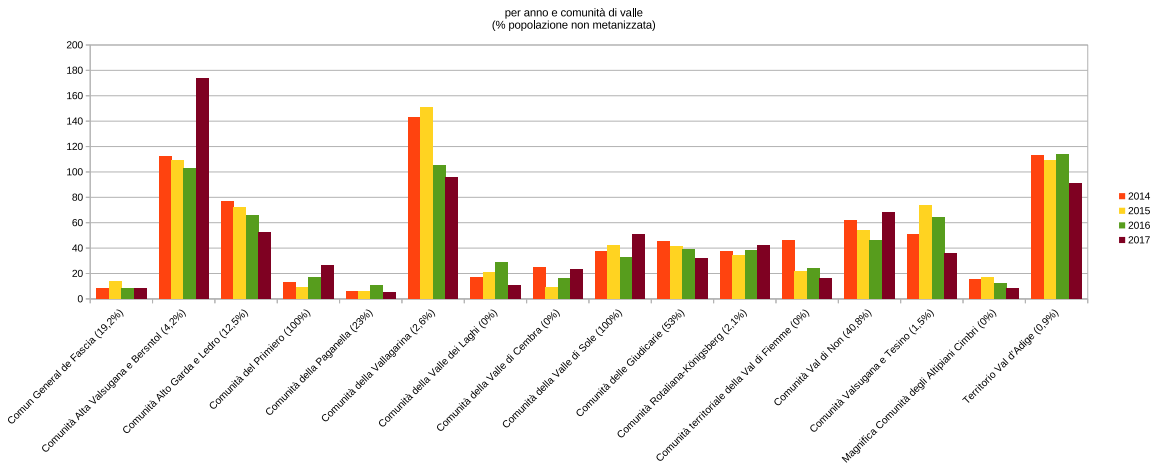
Impianti a biomassa da APE - nuova potenza installata



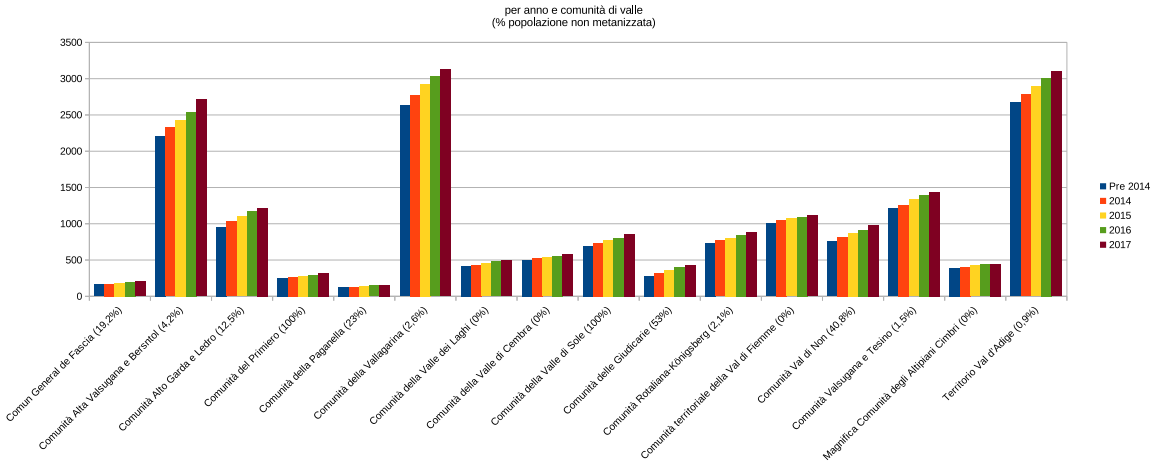
Impianti a biomassa da APE - potenza installata cumulativa



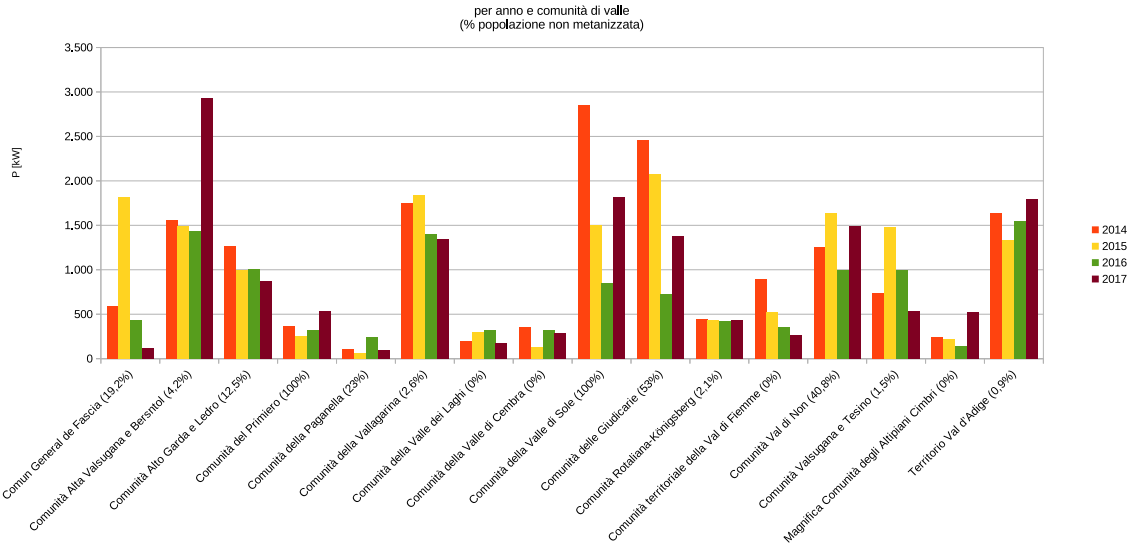
Impianri a biomasse da SIRE - nuove installazioni



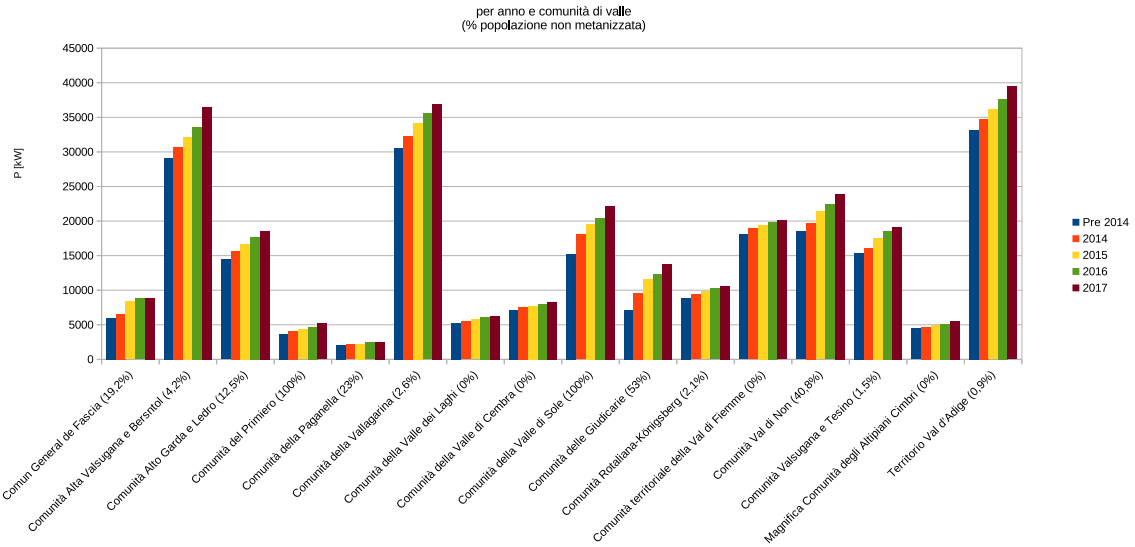
Impianri a biomasse da SIRE - numero cumulativo



Impianti a biomassa da SIRE - nuova potenza installata

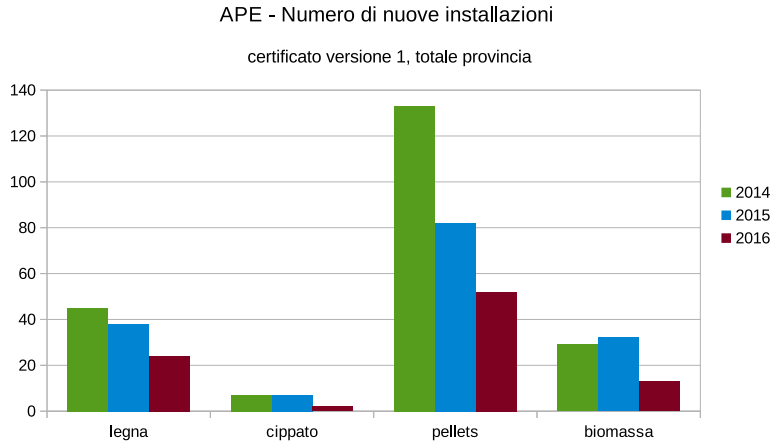


Impianti a biomassa da SIRE - potenza installata cumulativa

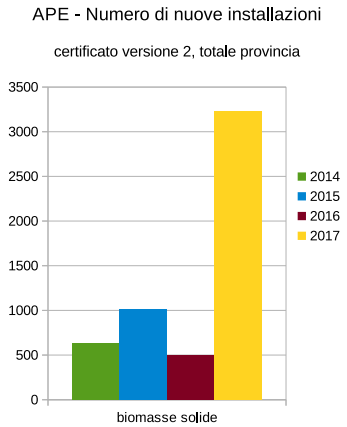


E.3.1 Dettaglio tipologie di biomassa

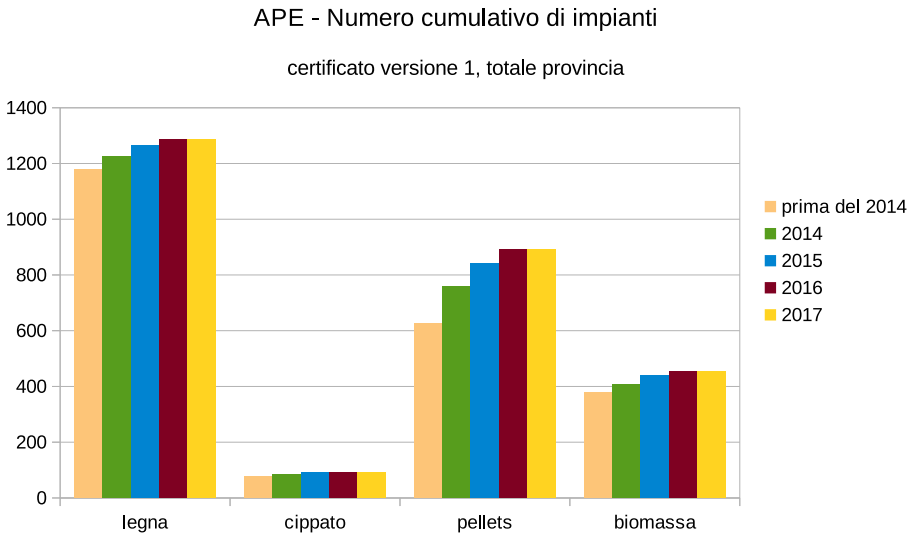
Si riportano ora i grafici con il dettaglio delle biomasse come da versione 1 degli APE. Tuttavia, alcuni degli APE riferiti ad impianti a biomasssa installati nel triennio di riferimento sono di versione 2; per referenza, si riportano anche questi ultimi in un grafico separato. Si presti attenzione al fatto che le scale degli asse sono diverse tra i due grafici.

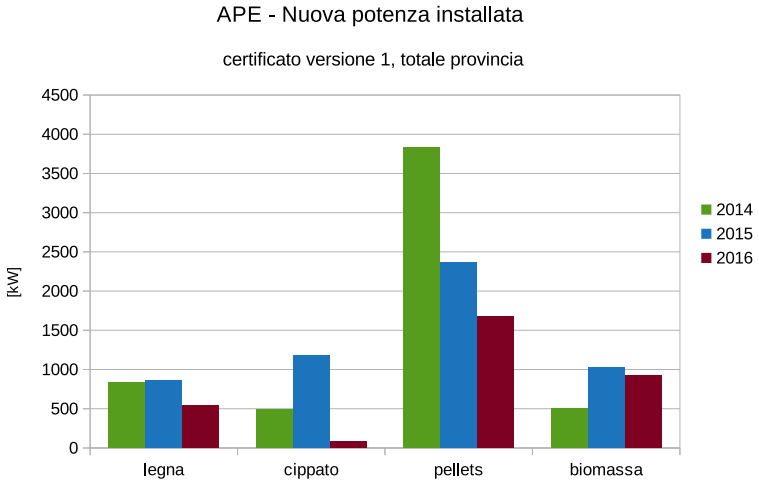


(a)

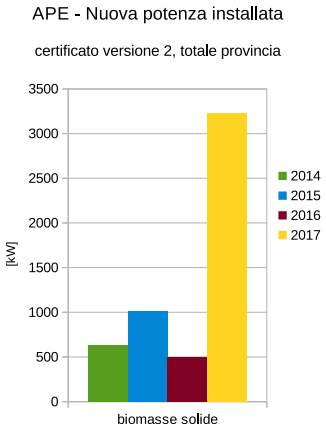


(b)

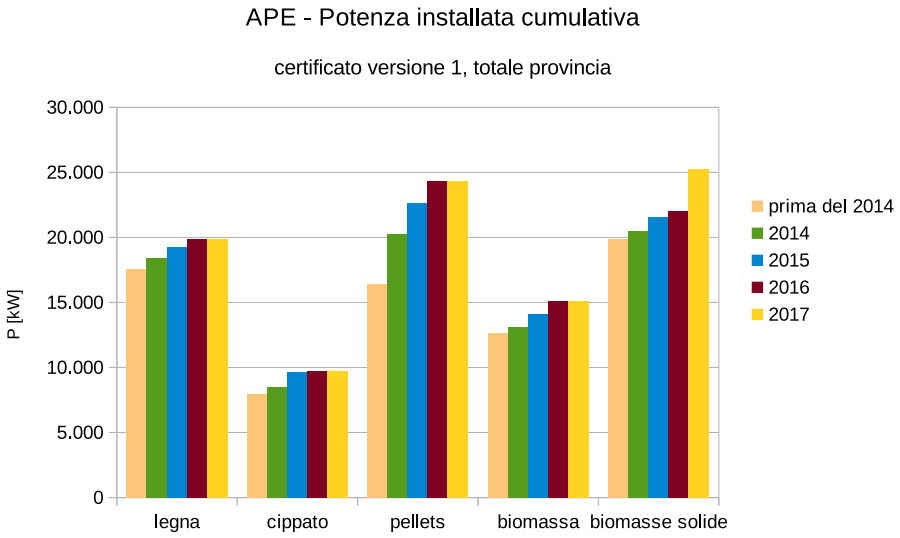



APE - Nuova potenza installata
certificato versione 1, totale provincia
[kW]
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
legna
cippato
pellets
biomassa
2014
2015
2016

(a)


APE - Nuova potenza installata
certificato versione 2, totale provincia
[kW]
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
biomasse solide
2014
2015
2016
2017

(b)

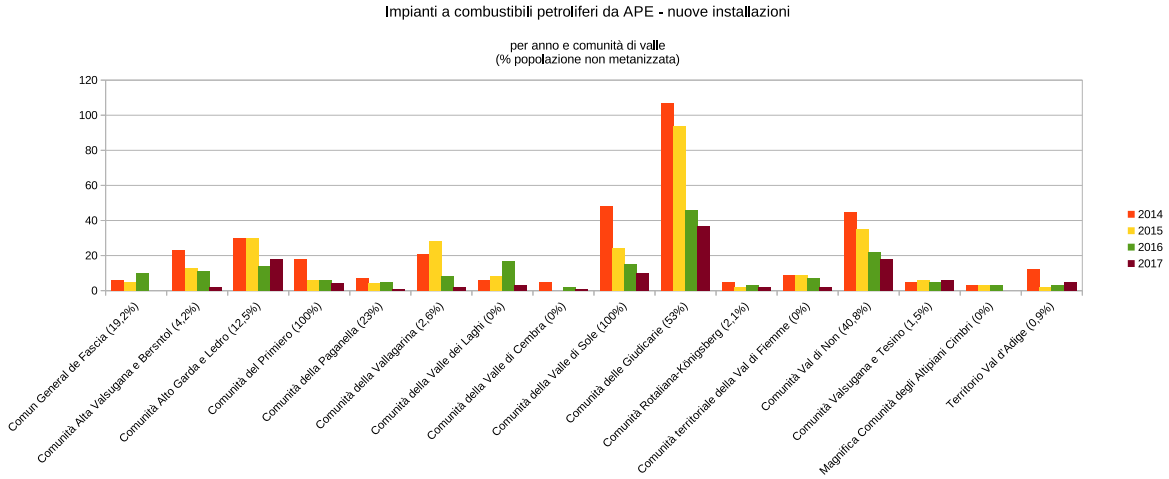

APE - Potenza installata cumulativa
certificato versione 1, totale provincia
P [kW]
30.000
25.000
20.000
15.000
10.000
5.000
0
legna
cippato
pellets
biomassa
biomasse solide
prima del 2014
2014
2015
2016
2017

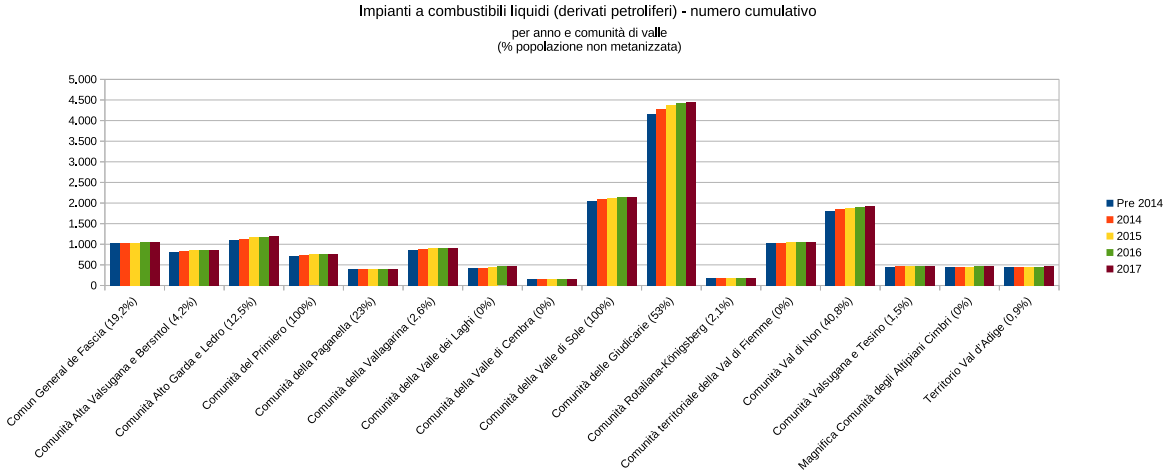
E.4 Impianti a combustibili petroliferi

Gli APE distinguono tra principalmente due categorie di combustibili fossili derivati dal petrolio (le altre, presenti nella versione 1 degli attestati, sembrano essere praticamente in disuso nel periodo di riferimento, anche se sono state piuttosto usate in precedenza): gasolio e GPL. Ai fini delle elaborazioni, questi due combustibili verranno sempre considerati sommati; solamente in questa sezione, per non perdere informazioni potenzialmente utili, si riporta il dettaglio delle due tipologie (Sezione E.4.1).

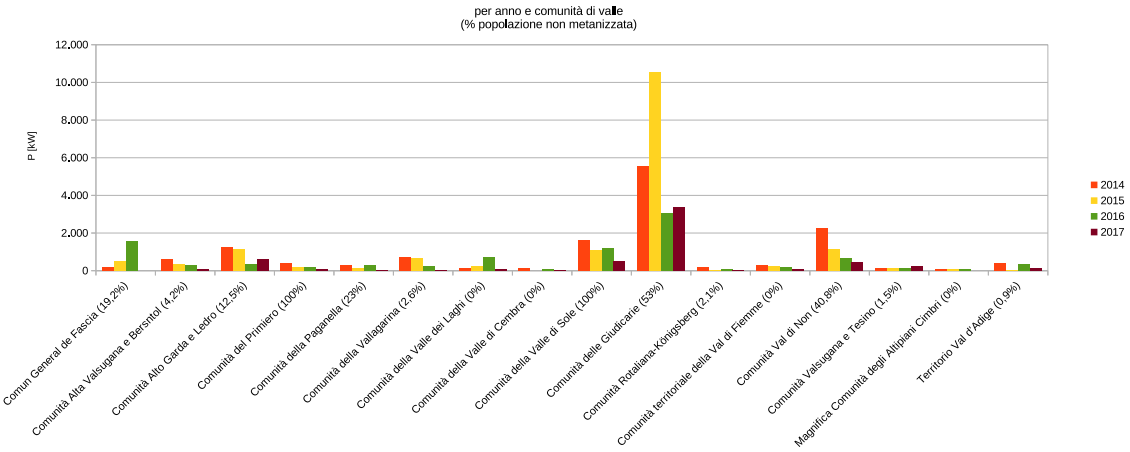
Si ricordi che i dati relativi agli impianti a gasolio ottenuti dagli APE sono sovrastimati (a causa degli impianti centralizzati), come spiegato nella Sezione 10.1.1.

Nota: il picco che si nota nei dati del SIRE nel 2017 per la comunità delle Giudicarie è strano, ma si ritrova sia nel numero che nella potenza delle nuove installazioni. Un primo controllo non ha individuato errori nel database.

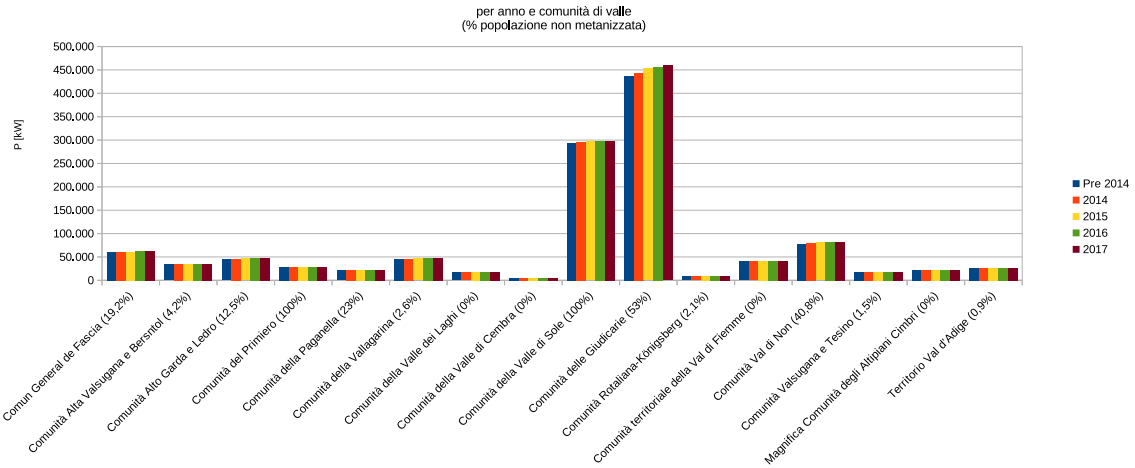




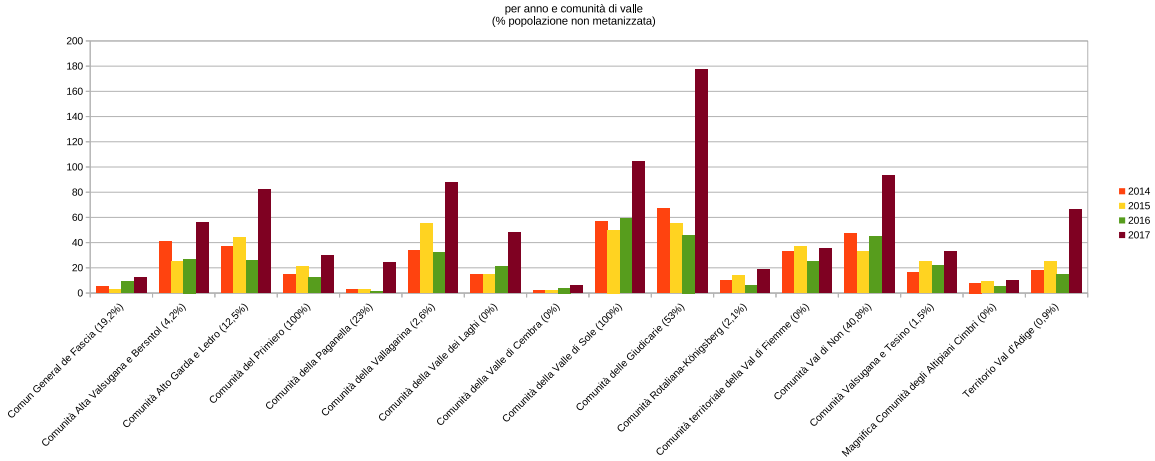
Impianti a combustibili petroliferi da APE - nuova potenza installata



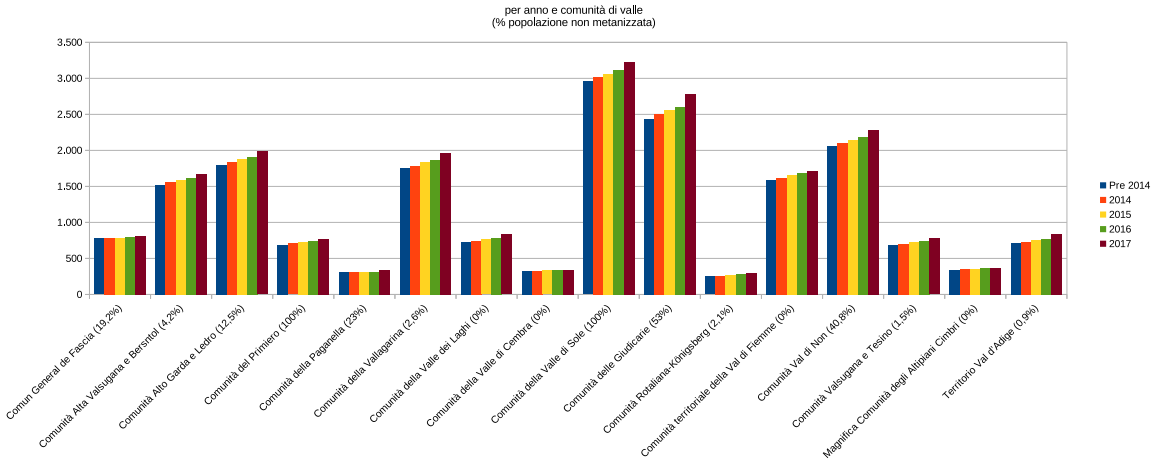
Impianti a combustibili petroliferi da APE - potenza installata cumulativa



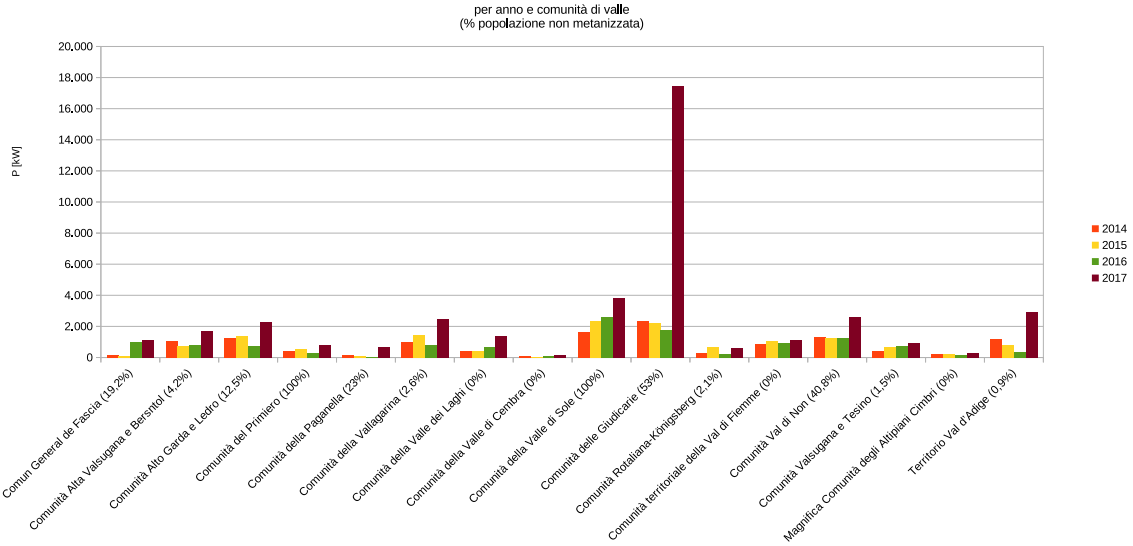
Impianti a gasolio e GPL, da SIRE - nuove installazioni



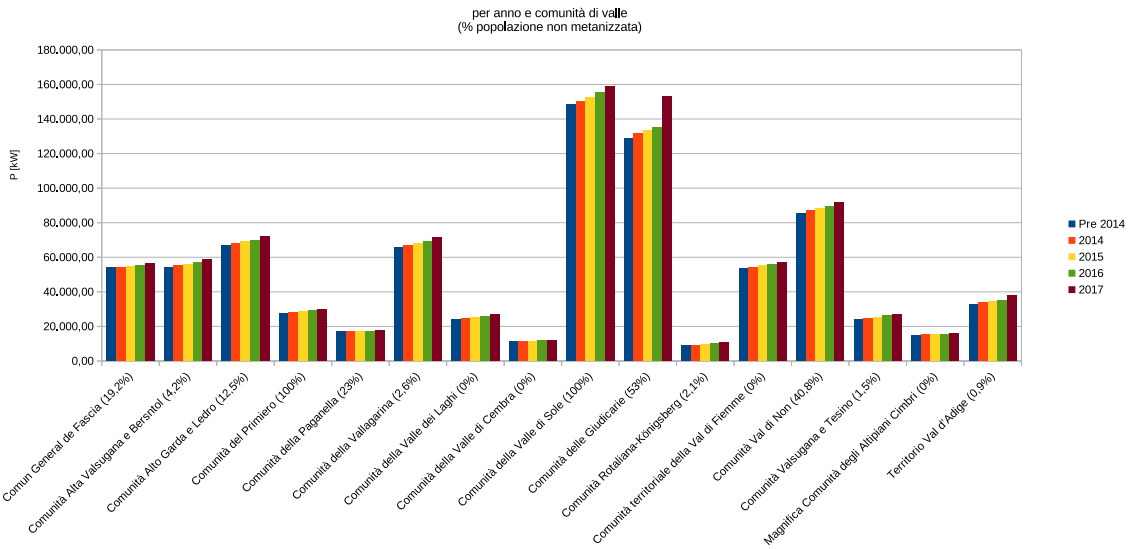
Impianti a gasolio e GPL, da SIRE - numero cumulativo



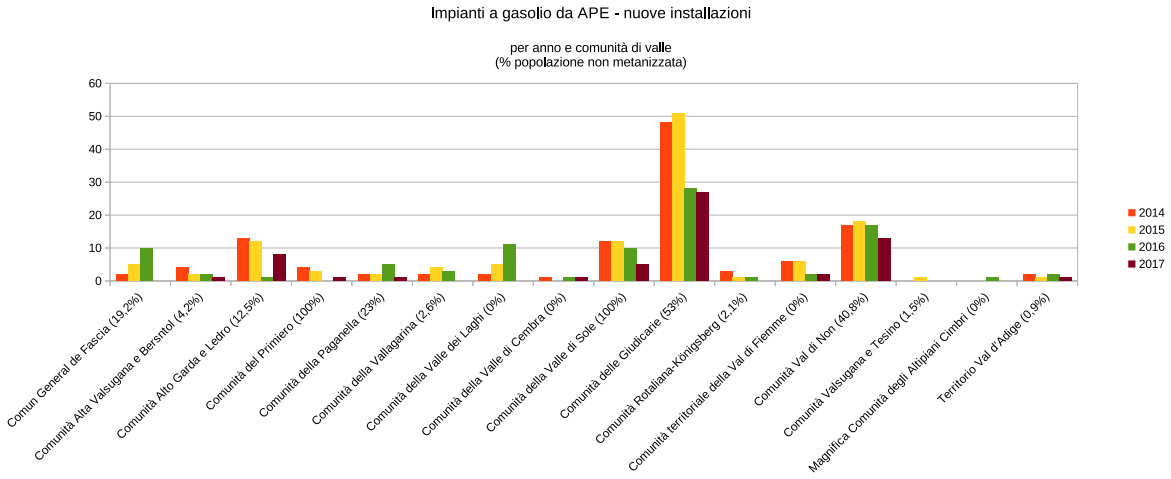
Impianti a gasolio e GPL, da SIRE - nuova potenza installata

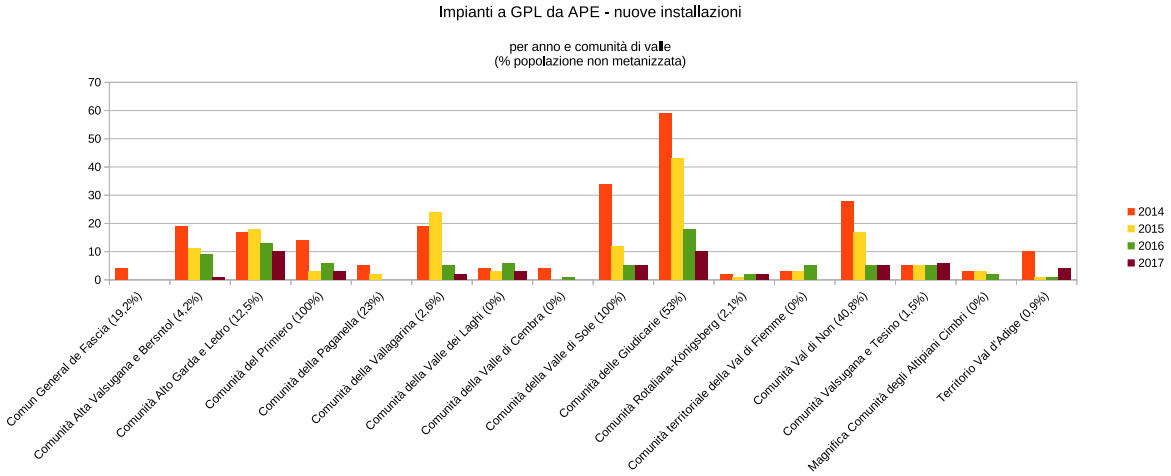


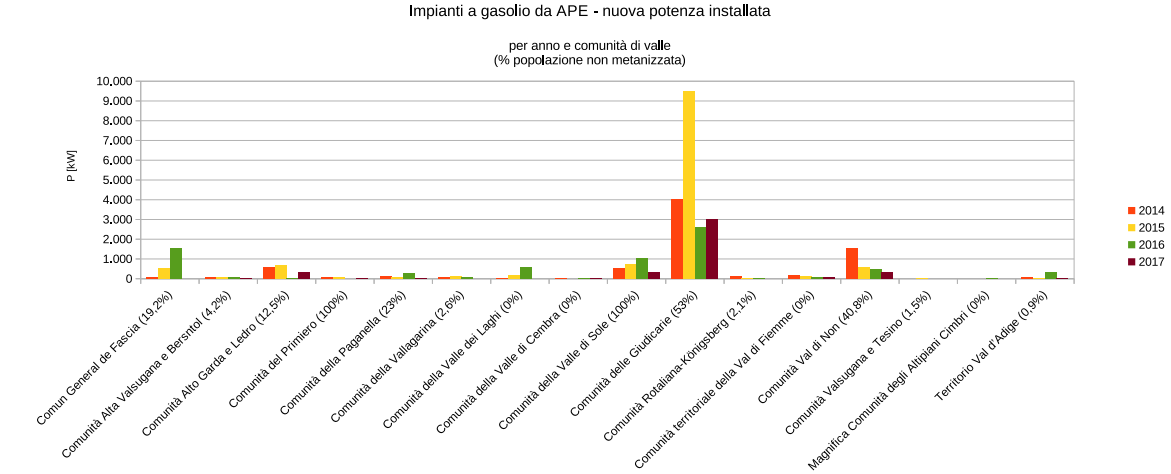
Impianti a gasolio e GPL, da SIRE - potenza installata cumulativa

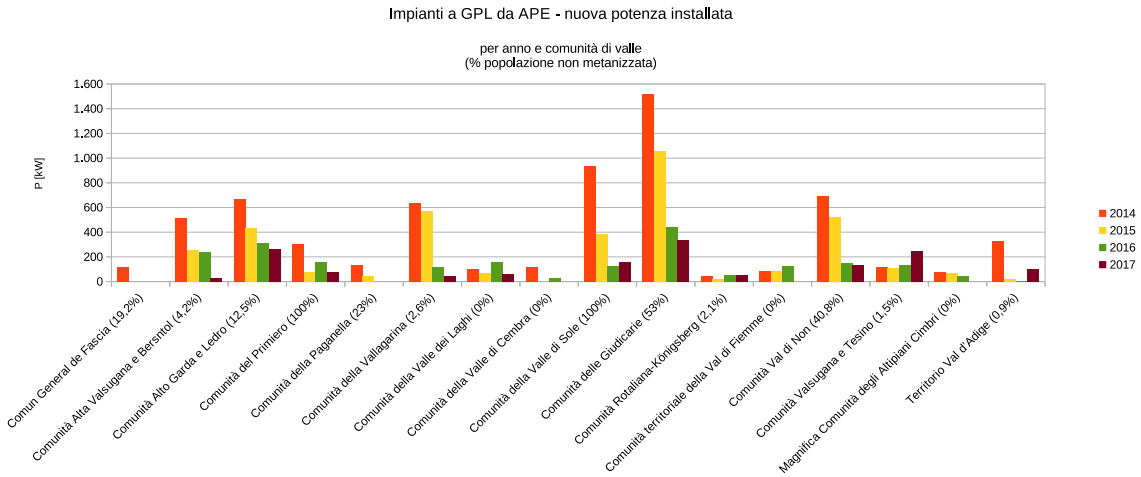


E.4.1 Dettaglio tipologie di combustibili derivati dal petrolio








Impianti a GPL da APE - nuova potenza installata
per anno e comunità di valle
(% popolazione non metanizzata)
P [kW]
1.600
1.400
1.200
1.000
800
600
400
200
0
2014
2015
2016
2017
Comun General de Fascia (19.2%)
Comunità Alta Valsugana e Bersntol (4.2%)
Comunità Alto Garda e Ledro (12.5%)
Comunità del Primiero (100%)
Comunità della Paganella (23%)
Comunità della Vallagarina (2.6%)
Comunità della Valle dei Laghi (0%)
Comunità della Valle di Cembra (0%)
Comunità della Valle di Sole (100%)
Comunità delle Giudicarie (53%)
Comunità Rotaliana-Königsberg (2.1%)
Comunità territoriale della Val di Fiemme (0%)
Comunità Val di Non (40.8%)
Comunità Valsugana e Tesino (1.5%)
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri (0%)
Territorio Val d'Adige (0.9%)

Appendice F

Consumi di energia elettrica per comunità di valle – da rete

A seguire si allega la tabella contenente i consumi elettrici per ogni anno, per tipologia di settore e per comunità di valle e i grafici con le ripartizioni percentuali per settore per ogni comunità di valle.

Comunità	Anno	u.m.	Agricoltura	Industria	Terziario Trasporti	altro Terziario (compreso Commercio)	Domestico Residenziale	Domestico Servizi Generali Edifici	#ND	Totale
Comunità del Primiero	2014	MWh	589,52	5.835,06	4.790,50	21.654,88	10.668,50	806,37	232,43	44.344,83
Comunità territoriale della Val di Fiemme	2014	MWh	1.559,09	18.251,85	9.447,63	40.689,37	21.709,02	1.743,86	0,00	93.400,83
Comunità Valsugana e Tesino	2014	MWh	1.925,57	170.240,62	1.259,78	39.944,23	25.082,04	1.469,29	2.065,88	239.921,54
Comunità delle Giudicarie	2014	MWh	6.155,34	68.421,91	13.021,19	71.147,14	42.608,71	4.295,71	555,57	205.650,00
Comun General de Fascia	2014	MWh	381,34	9.137,18	9.655,12	37.788,39	9.289,92	1.716,03	0,00	67.968,00
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	2014	MWh	9.105,15	47.721,83	836,33	59.210,80	51.811,08	2.602,03	2.667,38	171.287,23
Comunità Alto Garda e Ledro	2014	MWh	2.430,23	100.413,97	6.182,49	67.952,17	47.899,34	6.722,28	0,00	231.600,47
Comunità della Paganella	2014	MWh	146,76	2.436,22	6.320,74	17.680,77	5.544,77	409,48	578,53	32.538,74
Comunità della Vallagarina	2014	MWh	5.889,52	117.241,49	4.384,60	109.604,55	75.470,92	10.315,05	4.989,01	322.906,13
Comunità della Valle dei Laghi	2014	MWh	930,23	28.506,67	676,56	10.618,10	10.382,26	442,39	0,00	51.556,21
Comunità della Valle di Cembra	2014	MWh	223,43	7.426,38	153,89	8.812,34	9.902,72	198,78	16,76	26.717,55
Comunità della Valle di Sole	2014	MWh	1.783,37	14.012,76	9.836,23	38.378,32	17.399,10	2.252,02	2.149,90	83.661,80
Comunità Rotaliana-Königsberg	2014	MWh	5.622,21	79.405,26	3.598,13	54.103,51	24.958,43	2.250,86	5,31	169.938,40
Comunità Val di Non	2014	MWh	23.700,80	43.041,04	5.396,93	64.316,47	38.093,35	1.010,53	8.446,75	175.559,11
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2014	MWh	177,49	2.337,10	2.979,18	15.842,07	6.041,86	654,90	0,00	28.032,60
Territorio Val d'Adige	2014	MWh	8.125,03	91.333,25	8.634,28	270.081,43	108.313,55	22.639,98	2.673,18	509.127,53
Comunità del Primiero	2015	MWh	609,05	5.876,64	6.113,62	21.680,34	10.591,22	734,39	330,05	45.605,25
Comunità territoriale della Val di Fiemme	2015	MWh	1.568,26	19.541,99	11.218,45	40.667,15	21.446,75	1.672,53	0,00	96.115,12
Comunità Valsugana e Tesino	2015	MWh	2.113,27	215.428,15	1.317,38	40.551,42	25.084,50	1.517,90	2.145,85	286.012,63
Comunità delle Giudicarie	2015	MWh	6.179,33	70.781,75	15.606,35	71.806,67	42.303,85	4.306,31	497,47	210.984,26
Comun General de Fascia	2015	MWh	377,54	10.436,33	12.075,43	38.089,73	9.136,53	1.662,32	2,41	71.777,88
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	2015	MWh	9.715,30	46.049,01	880,81	59.796,69	51.900,46	2.605,09	2.630,02	170.947,36
Comunità Alto Garda e Ledro	2015	MWh	2.783,50	85.636,23	6.403,89	76.342,83	48.677,79	6.712,41	0,04	226.556,66
Comunità della Paganella	2015	MWh	146,10	2.439,79	8.628,90	17.804,79	5.523,95	379,50	592,43	34.923,03
Comunità della Vallagarina	2015	MWh	7.907,32	122.111,45	4.966,31	110.677,61	76.347,66	10.576,96	6.026,60	332.587,31
Comunità della Valle dei Laghi	2015	MWh	1.531,61	10.045,85	155,78	10.611,66	10.465,92	422,56	0,00	33.233,37
Comunità della Valle di Cembra	2015	MWh	271,07	7.088,48	155,20	8.757,42	9.849,40	198,27	0,15	26.319,84
Comunità della Valle di Sole	2015	MWh	1.906,14	13.808,95	11.531,12	38.772,95	17.208,49	2.157,09	2.319,19	85.384,74
Comunità Rotaliana-Königsberg	2015	MWh	6.170,21	80.732,75	3.460,79	59.150,87	25.294,57	2.349,48	5,34	177.158,67
Comunità Val di Non	2015	MWh	27.104,12	43.425,93	4.680,28	65.695,04	38.071,17	1.017,28	8.945,00	179.993,82
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2015	MWh	208,33	2.318,17	3.361,60	16.257,88	6.084,70	666,84	0,00	28.897,53
Territorio Val d'Adige	2015	MWh	8.553,89	86.277,33	9.248,16	272.925,70	109.189,51	22.538,51	2.429,03	508.733,10

Figura F.1: Consumi elettrici da rete per settore.

Comunità	Anno	u.m.	Agricoltura	Industria	Terziario Trasporti	altro Terziario (compreso Commercio)	Domestico Residenziale	Domestico Servizi Generali Edifici	#ND	Totale
Comunità del Primiero	2016	MWh	610,29	6.038,03	6.909,59	21.417,46	10.553,09	725,43	285,63	46.253,88
Comunità territoriale della Val di Fiemme	2016	MWh	1.638,01	22.756,49	12.993,44	40.855,20	21.483,25	1.685,08	0,00	101.411,47
Comunità Valsugana e Tesino	2016	MWh	2.269,01	156.721,41	1.311,84	40.852,19	25.035,54	1.407,90	2.217,60	227.597,89
Comunità delle Giudicarie	2016	MWh	6.187,02	69.642,37	18.632,19	72.149,93	42.420,84	4.056,21	504,97	213.088,55
Comun General de Fascia	2016	MWh	406,90	11.508,96	15.135,70	38.236,57	9.246,36	1.665,34	10,05	76.199,83
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	2016	MWh	9.868,59	47.603,14	930,68	59.610,70	52.046,70	2.530,09	2.593,68	172.589,91
Comunità Alto Garda e Ledro	2016	MWh	2.726,97	78.233,75	6.484,77	71.391,80	48.665,62	6.736,51	6,13	214.239,42
Comunità della Paganella	2016	MWh	159,87	2.612,55	10.715,27	18.608,84	5.529,39	356,10	601,52	37.982,02
Comunità della Vallagarina	2016	MWh	7.024,25	135.363,48	5.092,35	109.582,58	76.010,23	10.537,61	7.229,18	343.610,49
Comunità della Valle dei Laghi	2016	MWh	1.299,65	9.099,18	162,66	10.462,54	10.459,28	412,52	0,00	31.895,82
Comunità della Valle di Cembra	2016	MWh	266,21	7.026,99	142,09	8.850,94	9.817,31	189,31	0,37	26.292,85
Comunità della Valle di Sole	2016	MWh	1.986,47	13.419,84	13.700,95	40.022,01	17.244,21	2.160,83	2.462,84	88.534,31
Comunità Rotaliana-Königsberg	2016	MWh	6.016,08	83.110,44	3.607,55	58.623,98	25.243,17	2.545,68	5,51	179.146,91
Comunità Val di Non	2016	MWh	24.060,04	46.410,43	4.280,96	66.300,12	38.135,68	1.032,93	8.544,18	180.220,16
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2016	MWh	212,13	2.492,98	3.777,98	16.904,28	6.136,64	667,81	0,00	30.191,81
Territorio Val d'Adige	2016	MWh	8.488,74	88.728,02	9.538,26	270.904,44	108.223,28	22.357,72	2.572,32	508.240,46
Comunità del Primiero	2017	MWh	619,00	6.446,44	6.664,91	21.091,04	10.419,33	714,88	0,00	45.955,60
Comunità territoriale della Val di Fiemme	2017	MWh	1.674,92	19.664,78	10.495,93	44.228,12	21.424,05	1.648,44	0,76	99.136,24
Comunità Valsugana e Tesino	2017	MWh	2.320,82	105.676,33	1.329,05	40.518,41	24.920,87	1.363,52	2.287,24	176.129,01
Comunità delle Giudicarie	2017	MWh	6.151,84	71.187,20	16.756,11	74.166,63	42.421,28	4.014,07	275,00	214.697,13
Comun General de Fascia	2017	MWh	231,92	10.458,03	12.383,21	33.150,39	7.940,18	1.564,61	9,32	65.728,35
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	2017	MWh	9.704,36	49.565,00	905,80	59.997,34	51.814,71	2.650,74	2.557,96	174.637,96
Comunità Alto Garda e Ledro	2017	MWh	2.765,17	74.633,49	6.473,33	75.187,28	49.226,98	7.373,16	9,53	215.659,43
Comunità della Paganella	2017	MWh	163,67	2.599,06	9.881,31	19.024,26	5.769,30	380,91	574,66	37.818,52
Comunità della Vallagarina	2017	MWh	7.615,76	129.081,47	5.318,07	110.032,49	75.985,92	10.615,70	7.153,19	338.649,42
Comunità della Valle dei Laghi	2017	MWh	1.218,56	12.000,01	171,04	10.225,19	10.495,71	407,70	0,00	34.518,21
Comunità della Valle di Cembra	2017	MWh	285,29	6.937,67	140,20	8.642,75	9.719,87	174,86	0,05	25.900,65
Comunità della Valle di Sole	2017	MWh	2.065,77	13.280,66	14.044,30	40.639,69	17.383,87	2.073,83	2.420,18	89.488,12
Comunità Rotaliana-Königsberg	2017	MWh	6.255,82	88.112,34	3.422,77	58.082,17	25.251,83	2.537,41	6,75	183.662,35
Comunità Val di Non	2017	MWh	18.906,37	44.379,60	4.345,37	62.237,23	37.884,13	1.019,73	7.778,82	168.772,44
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2017	MWh	226,11	2.428,18	3.182,38	16.151,25	6.243,90	663,75	0,00	28.895,57
Territorio Val d'Adige	2017	MWh	9.722,78	106.134,96	9.602,74	274.404,82	107.915,85	22.639,34	2.815,98	530.420,50

Figura F.2: Consumi elettrici da rete per settore.

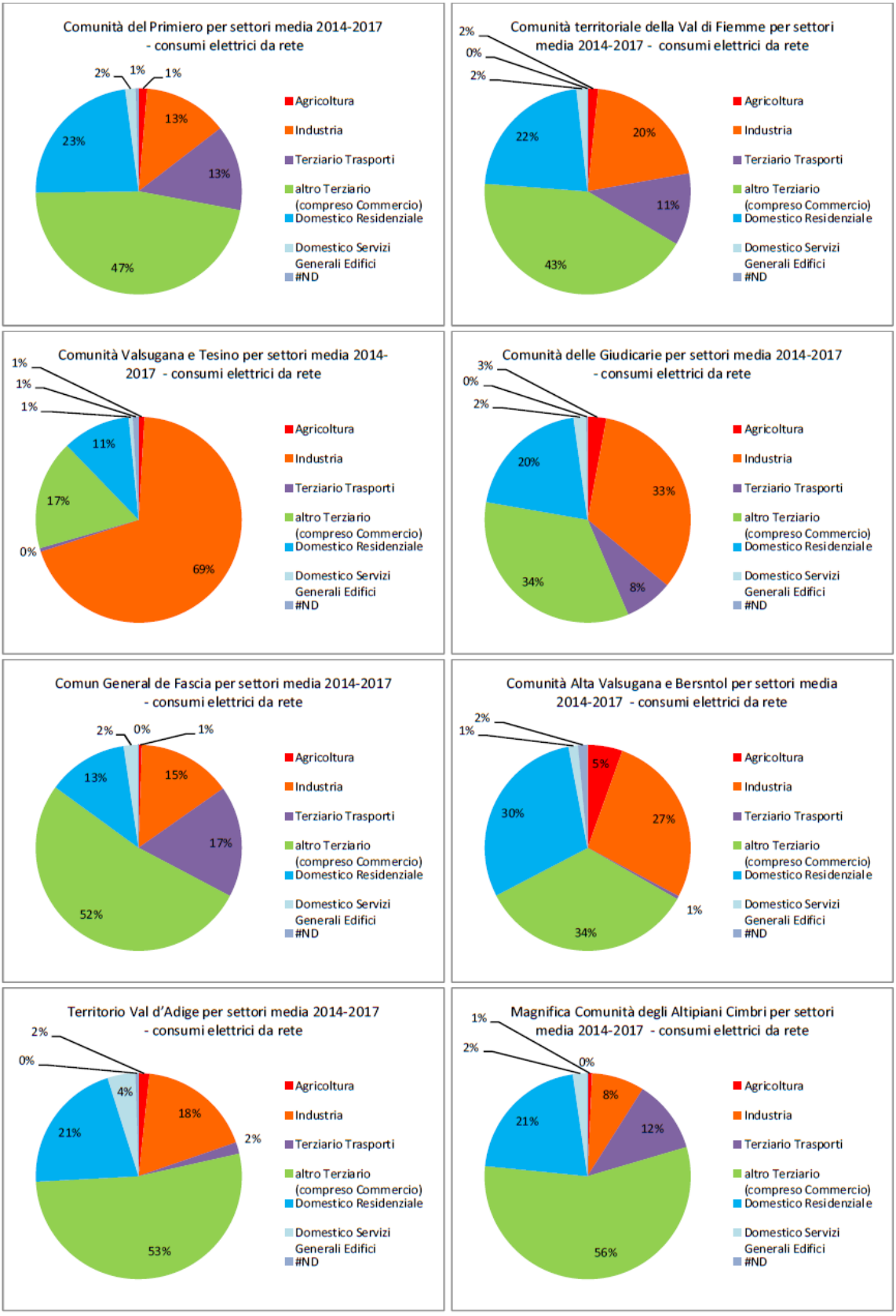


Figura F.3: Consumi elettrici da rete per settore.

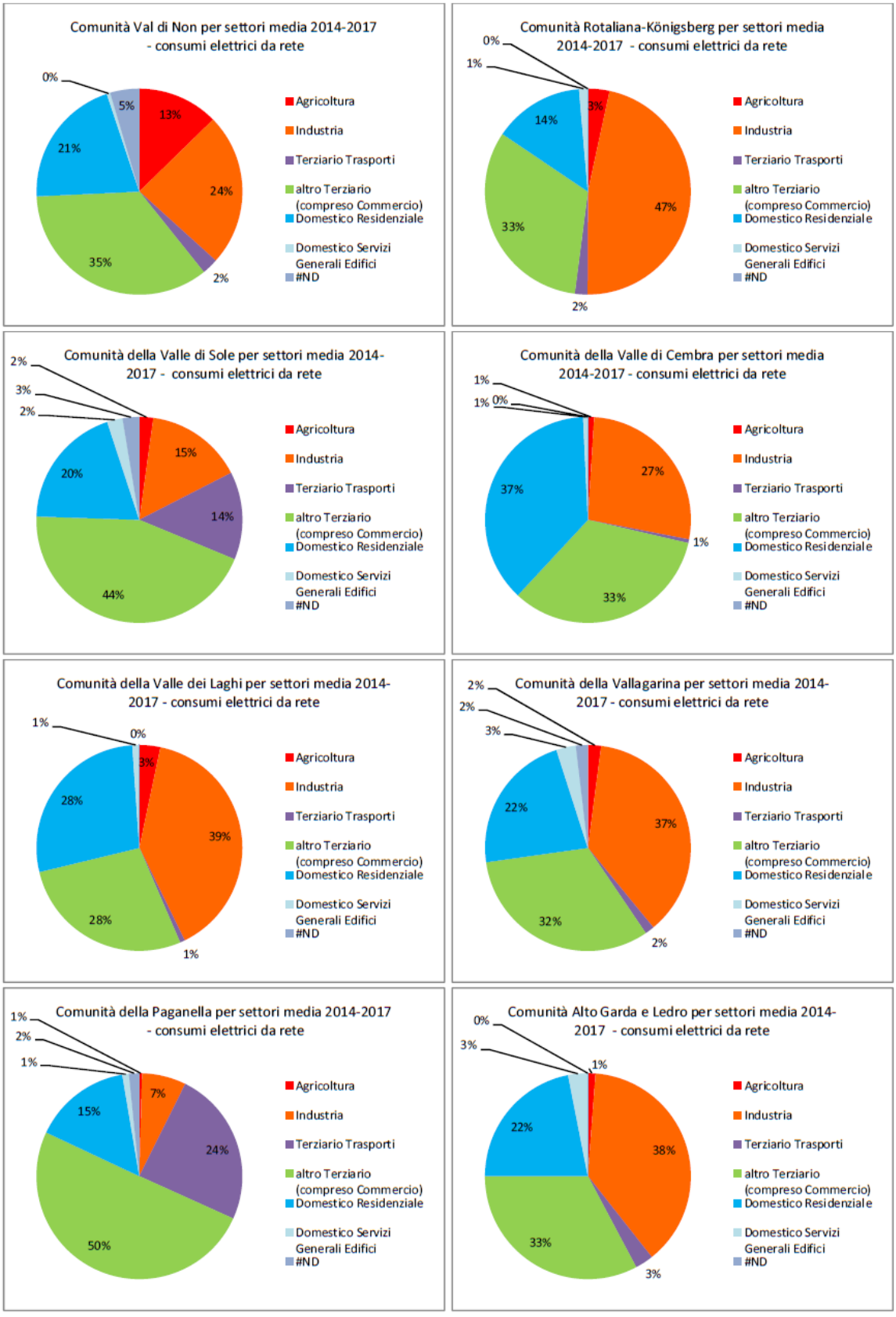


Figura F.4: Consumi elettrici da rete per settore.

Appendice G

Produzione di energia elettrica per comunità di valle

A seguire si allega la tabella contenente i dati di produzione di energia elettrica per ogni anno, per tipologia di fonte e per comunità di valle.

Comunità	ANNO	u.m.	FOTOVOLTAICO	IDROELETTRICO	TERMOELETTRICO TRADIZIONALE	TERMOELETTRICO BIOENERGIE	EOLICO	TOTALE
Comunità del Primiero	2014	MWh	1.412	65.299	0	0	0	66.711
Comunità territoriale della Val di Fiemme	2014	MWh	7.672	33.393	13.438	0	0	54.504
Comunità Valsugana e Tesino	2014	MWh	8.758	724.930	490.630	0	2	1.224.321
Comunità delle Giudicarie	2014	MWh	20.408	579.112	9	4.318	0	603.847
Comun General de Fascia	2014	MWh	1.715	3.424	308	0	0	5.447
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	2014	MWh	12.860	577.576	305.340	9.225	0	905.001
Comunità Alto Garda e Ledro	2014	MWh	10.026	1.057.765	0	0	0	1.067.792
Comunità della Paganella	2014	MWh	952	43.656	0	0	0	44.608
Comunità della Vallagarina	2014	MWh	22.952	191.423	0	445	0	214.821
Comunità della Valle dei Laghi	2014	MWh	3.638	1.045.102	22.800	4.239	0	1.075.778
Comunità della Valle di Cembra	2014	MWh	3.490	309.297	0	10.681	0	323.468
Comunità della Valle di Sole	2014	MWh	2.186	103.325	19.215	9.316	0	134.043
Comunità Rotaliana-Königsberg	2014	MWh	14.730	526.774	0	0	0	541.504
Comunità Val di Non	2014	MWh	23.103	215.503	4.266	1.634	0	244.506
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2014	MWh	1.478	460	0	0	0	1.938
Territorio Val d'Adige	2014	MWh	24.590	122.586	5.375	190	0	152.741
Comunità del Primiero	2015	MWh	1.463	34.885	4	0	0	36.352
Comunità territoriale della Val di Fiemme	2015	MWh	7.787	19.054	13.424	0	0	40.265
Comunità Valsugana e Tesino	2015	MWh	8.982	364.367	523.405	253	0	897.006
Comunità delle Giudicarie	2015	MWh	20.996	290.777	9	5.065	0	316.846
Comun General de Fascia	2015	MWh	1.791	2.306	508	0	0	4.605
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	2015	MWh	13.095	351.109	293.047	9.313	0	666.564
Comunità Alto Garda e Ledro	2015	MWh	10.510	591.627	0	0	0	602.137
Comunità della Paganella	2015	MWh	983	9.023	0	452	0	10.458
Comunità della Vallagarina	2015	MWh	23.284	174.791	0	1.491	0	199.566
Comunità della Valle dei Laghi	2015	MWh	3.688	554.591	69.724	4.295	0	632.299
Comunità della Valle di Cembra	2015	MWh	3.546	167.975	0	7.788	0	179.309
Comunità della Valle di Sole	2015	MWh	2.412	62.808	17.332	8.832	0	91.384
Comunità Rotaliana-Königsberg	2015	MWh	14.904	307.297	2	0	0	322.203
Comunità Val di Non	2015	MWh	23.660	107.599	4.334	1.661	0	137.255
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2015	MWh	1.491	310	0	0	0	1.801
Territorio Val d'Adige	2015	MWh	25.442	105.324	10.927	0	0	141.693

Figura G.1: produzione di energia elettrica per ogni anno, per tipologia di fonte e per comunità di valle.

Comunità	ANNO	u.m.	FOTOVOLTAICO	IDROELETTRICO	TERMOELETTRICO TRADIZIONALE	TERMOELETTRICO BIOENERGIE	EOLICO	TOTALE
Comunità del Primiero	2016	MWh	1.523	37.091	7	0	0	38.621
Comunità territoriale della Val di Fiemme	2016	MWh	8.215	20.739	14.509	0	0	43.463
Comunità Valsugana e Tesino	2016	MWh	9.436	394.072	540.010	664	0	944.182
Comunità delle Giudicarie	2016	MWh	21.312	319.903	12	5.145	0	346.372
Comun General de Fascia	2016	MWh	1.870	2.236	535	0	0	4.641
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	2016	MWh	13.411	352.878	287.788	8.702	0	662.778
Comunità Alto Garda e Ledro	2016	MWh	10.923	660.743	0	0	0	671.665
Comunità della Paganella	2016	MWh	1.155	12.858	0	599	0	14.612
Comunità della Vallagarina	2016	MWh	23.586	192.293	0	1.491	0	217.370
Comunità della Valle dei Laghi	2016	MWh	3.777	503.436	72.463	3.207	0	582.882
Comunità della Valle di Cembra	2016	MWh	3.589	156.519	0	7.899	0	168.006
Comunità della Valle di Sole	2016	MWh	2.439	68.879	19.397	9.437	0	100.152
Comunità Rotaliana-Königsberg	2016	MWh	15.760	284.946	0	120	0	300.826
Comunità Val di Non	2016	MWh	24.210	134.499	4.535	3.865	0	167.109
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2016	MWh	1.500	474	0	0	0	1.974
Territorio Val d'Adige	2016	MWh	26.069	109.556	11.371	0	7	147.002
Comunità del Primiero	2017	MWh	1.589	29.081	58	0	0	30.728
Comunità territoriale della Val di Fiemme	2017	MWh	7.880	13.337	14.299	0	0	35.516
Comunità Valsugana e Tesino	2017	MWh	9.607	271.545	532.553	1.826	0	815.531
Comunità delle Giudicarie	2017	MWh	21.638	207.377	21	5.057	0	234.093
Comun General de Fascia	2017	MWh	2.403	2.001	466	0	0	4.870
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	2017	MWh	13.941	245.099	312.840	8.599	0	580.479
Comunità Alto Garda e Ledro	2017	MWh	11.376	363.030	0	0	0	374.405
Comunità della Paganella	2017	MWh	1.177	5.380	0	614	0	7.171
Comunità della Vallagarina	2017	MWh	23.966	157.981	3	1.326	0	183.276
Comunità della Valle dei Laghi	2017	MWh	4.011	530.764	68.286	3.622	0	606.683
Comunità della Valle di Cembra	2017	MWh	3.639	102.867	0	7.414	0	113.920
Comunità della Valle di Sole	2017	MWh	2.633	56.729	19.672	9.263	0	88.297
Comunità Rotaliana-Königsberg	2017	MWh	16.902	189.781	0	373	0	207.056
Comunità Val di Non	2017	MWh	24.554	72.767	4.251	9.826	0	111.398
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2017	MWh	1.504	288	0	0	0	1.792
Territorio Val d'Adige	2017	MWh	26.585	76.205	13.224	90	2	116.104

Figura G.2: produzione di energia elettrica per ogni anno, per tipologia di fonte e per comunità di valle.

Appendice H

Elaborazione dati di consumo di carburante in base alle misurazioni di traffico da sensori del Servizio Gestione Strade (metodo2)

A seguire si allega la tabella contenente i dati di numero di passaggi per ogni anno, per tipologia di mezzo e per comunità di valle. Per semplicità di lettura della tabella si è provveduto a codificare ogni comunità di valle mediante un ID alfabetico.

Comunità di Valle	ID
Comun General de Fascia	A
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	B
Comunità Alto Garda e Ledro	C
Comunità del Primiero	D
Comunità della Paganella	E
Comunità della Vallagarina	F
Comunità della Valle dei Laghi	G
Comunità della Valle di Cembra	H
Comunità della Valle di Sole	I
Comunità delle Giudicarie	L
Comunità Rotaliana-Königsberg	M
Comunità territoriale della Val di Fiemme	N
Comunità Val di Non	O
Comunità Valsugana e Tesino	P
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	Q
Territorio Val d'Adige	R

Numero passaggi (10^-3)

anno	tipologia mezzo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P	Q	R	Totale
2014	Autovettura con rimorchio RIM	3	69	102	6	1	52	20	1	24	21	111	24	46	181	2	262	926
2014	Autovetture e Monovolumi con rimorchio	3.859	13.738	26.734	3.121	971	22.160	6.667	524	6.677	6.993	14.514	7.086	8.367	7.770	2.402	58.547	190.129
2014	Autovetture e Monovolumi	21	138	221	18	6	130	51	6	50	35	155	54	71	138	14	334	1.441
2014	Autocarri Grande	42	242	311	24	7	261	123	5	99	74	326	79	120	281	15	840	2.849
2014	Autocarri Medio	94	341	568	75	26	466	177	18	207	153	413	155	212	290	48	1.356	4.598
2014	Autobus	58	47	114	27	16	71	38	5	51	37	53	48	33	40	14	240	891
2014	Furgoni	214	738	1.416	152	70	866	392	28	432	315	713	272	508	685	75	2.941	9.817
2014	Motocicli	644	939	2.477	218	65	1.147	174	658	825	328	464	316	3.188	463	240	2.196	14.341
2014	Trattore	10	467	417	9	4	264	107	2	86	72	348	39	96	839	7	1.336	4.103
2014	**Totale**	**4.945**	**16.718**	**32.361**	**3.650**	**1.166**	**25.417**	**7.748**	**1.245**	**8.450**	**8.028**	**17.095**	**8.074**	**12.642**	**10.687**	**2.816**	**68.052**	**229.095**
2014	**%**	**2%**	**6%**	**11%**	**1%**	**0%**	**9%**	**3%**	**0%**	**3%**	**3%**	**6%**	**3%**	**4%**	**4%**	**1%**	**23%**	-

anno	tipologia mezzo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P	Q	R	Totale
2015	Autovettura con rimorchio RIM	3	48	89	6	1	54	19	1	26	21	126	24	40	173	2	291	925
2015	Autovetture e Monovolumi con rimorchio	4.217	13.007	26.443	3.240	1.044	22.908	6.347	534	7.057	7.193	14.687	7.083	7.700	7.764	2.559	64.315	196.098
2015	Autovetture e Monovolumi	22	104	213	19	6	133	50	5	52	37	156	54	62	136	14	371	1.435
2015	Autocarri Grande	42	168	254	25	6	258	116	4	89	75	334	71	102	257	16	911	2.728
2015	Autocarri Medio	98	283	521	74	24	459	160	16	191	151	405	139	183	276	45	1.467	4.495
2015	Autobus	60	38	109	27	14	73	34	5	50	37	52	44	30	36	13	252	873
2015	Furgoni	233	654	1.430	152	72	929	366	28	480	316	775	258	461	672	76	3.186	10.089
2015	Motocicli	696	2.877	3.828	240	71	1.246	184	668	480	363	465	663	3.453	614	263	2.452	18.564
2015	Trattore	11	298	360	9	4	298	102	2	51	72	353	35	89	832	6	1.447	3.969
2015	**Totale**	**5.384**	**17.478**	**33.247**	**3.793**	**1.242**	**26.358**	**7.378**	**1.265**	**8.475**	**8.265**	**17.354**	**8.371**	**12.121**	**10.761**	**2.995**	**74.691**	**239.177**
2015	**%**	**2%**	**6%**	**11%**	**1%**	**0%**	**9%**	**3%**	**0%**	**3%**	**3%**	**6%**	**3%**	**4%**	**4%**	**1%**	**23%**	-

anno	tipologia mezzo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P	Q	R	Totale
2016	Autovettura con rimorchio RIM	6	341	198	9	4	55	18	1	27	50	207	44	58	157	2	278	1.456
2016	Autovetture e Monovolumi con rimorchio	4.673	22.734	42.591	3.994	2.898	23.164	5.919	822	7.175	12.175	17.699	11.391	9.976	7.617	2.534	65.676	241.036
2016	Autovetture e Monovolumi	27	195	346	25	18	127	51	9	54	70	174	81	81	125	14	423	1.819
2016	Autocarri Grande	51	360	417	32	24	247	105	7	80	185	436	150	142	236	14	861	3.347
2016	Autocarri Medio	118	489	861	90	70	448	143	21	184	337	520	258	234	260	46	1.411	5.491
2016	Autobus	67	78	163	30	28	75	30	6	50	66	60	65	36	35	14	297	1.100
2016	Furgoni	277	1.279	2.400	188	169	952	361	52	490	736	1.156	515	620	650	76	2.993	12.916
2016	Motocicli	790	1.592	3.764	261	206	1.317	222	355	484	632	576	724	1.255	1.052	260	3.931	17.419
2016	Trattore	20	729	573	10	7	299	100	3	50	102	419	56	127	799	7	1.405	4.706
2016	**Totale**	**6.030**	**27.797**	**51.312**	**4.638**	**3.424**	**26.685**	**6.950**	**1.276**	**8.594**	**14.353**	**21.248**	**13.284**	**12.528**	**10.930**	**2.968**	**77.274**	**289.290**
2016	**%**	**2%**	**6%**	**11%**	**1%**	**0%**	**9%**	**3%**	**0%**	**3%**	**3%**	**6%**	**3%**	**4%**	**4%**	**1%**	**23%**	-

anno	tipologia mezzo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	N	O	P	Q	R	Totale
2017	Autovettura con rimorchio RIM	7	360	209	8	3	54	23	2	22	54	200	44	66	173	3	280	1.507
2017	Autovetture e Monovolumi con rimorchio	4.942	24.235	43.791	4.094	2.003	23.355	7.510	1.137	7.836	12.560	18.446	12.353	11.736	8.377	2.679	60.015	245.070
2017	Autovetture e Monovolumi	27	215	363	25	11	125	63	12	56	74	180	86	84	137	14	427	1.899
2017	Autocarri Grande	66	385	430	32	19	239	135	10	84	192	448	163	156	251	14	829	3.453
2017	Autocarri Medio	128	515	888	89	50	449	178	28	194	347	530	269	274	288	49	1.265	5.539
2017	Autobus	65	89	160	29	14	77	38	9	56	67	66	72	41	40	15	256	1.093
2017	Furgoni	307	1.397	2.612	202	107	1.007	477	80	529	785	1.231	599	726	741	83	2.880	13.762
2017	Motocicli	802	944	3.457	279	143	1.185	255	69	562	660	657	555	521	524	284	2.791	13.687
2017	Trattore	22	794	625	9	3	306	134	3	58	111	433	67	147	867	8	1.384	4.970
2017	**Totale**	**6.366**	**28.935**	**52.534**	**4.767**	**2.352**	**26.798**	**8.812**	**1.348**	**9.397**	**14.851**	**22.189**	**14.208**	**13.750**	**11.397**	**3.149**	**70.126**	**290.980**
2017	**%**	**2%**	**6%**	**11%**	**1%**	**0%**	**9%**	**3%**	**0%**	**3%**	**3%**	**6%**	**3%**	**4%**	**4%**	**1%**	**23%**	-

comunità di valle	Anni	Benzina [ton]		Gasolio motori [ton]		GPL [ton]	Benzina [tep]		Gasolio motori [tep]		GPL [tep]	Totale	
		Benz. Rete ordinaria	Benz. Extra-rete	Gasolio Rete ordinaria	Gasolio Extra-rete	G.P.L. (autotrazione)	Benz. Rete ordinaria	Benz. Extra-rete	Gasolio Rete ordinaria	Gasolio Extra-rete	G.P.L. (autotrazione)	[ton]	[tep]
Comun General de Fascia	2014	1.194,39	230,18	2.437,36	3.519,02	193,53	1.254,11	241,69	2.486,11	3.589,41	212,88	7.574,49	7.784,20
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	2014	4.037,77	778,16	8.239,75	11.896,42	654,23	4.239,66	817,07	8.404,54	12.134,35	719,65	25.606,33	26.315,27
Comunità Alto Garda e Ledro	2014	7.815,79	1.506,26	15.949,42	23.027,54	1.266,38	8.206,58	1.581,57	16.268,41	23.488,09	1.393,01	49.565,38	50.937,66
Comunità del Primiero	2014	881,62	169,91	1.799,09	2.597,50	142,85	925,70	178,40	1.835,07	2.649,45	157,13	5.590,95	5.745,75
Comunità della Paganella	2014	281,64	54,28	574,74	829,81	45,63	295,73	56,99	586,24	846,40	50,20	1.786,11	1.835,56
Comunità della Vallagarina	2014	6.138,68	1.183,05	12.526,99	18.086,29	994,64	6.445,61	1.242,20	12.777,53	18.448,01	1.094,10	38.929,64	40.007,46
Comunità della Valle dei Laghi	2014	1.871,27	360,63	3.818,63	5.513,28	303,20	1.964,83	378,66	3.895,00	5.623,55	333,52	11.867,00	12.195,56
Comunità della Valle di Cembra	2014	300,77	57,96	613,77	886,15	48,73	315,81	60,86	626,05	903,88	53,61	1.907,39	1.960,20
Comunità della Valle di Sole	2014	2.040,84	393,31	4.164,68	6.012,91	330,67	2.142,89	412,98	4.247,98	6.133,16	363,74	12.942,42	13.300,75
Comunità delle Giudicarie	2014	1.938,92	373,67	3.956,70	5.712,62	314,16	2.035,87	392,35	4.035,83	5.826,87	345,58	12.296,07	12.636,51
Comunità Rotaliana-Königsberg	2014	4.128,92	795,73	8.425,75	12.164,97	669,00	4.335,37	835,51	8.594,26	12.408,27	735,90	26.184,37	26.909,31
Comunità territoriale della Val di Fiemme	2014	1.950,03	375,81	3.979,36	5.745,35	315,96	2.047,53	394,60	4.058,95	5.860,25	347,56	12.366,51	12.708,90
Comunità Val di Non	2014	3.053,36	588,45	6.230,90	8.996,08	494,73	3.206,03	617,87	6.355,52	9.176,00	544,20	19.363,52	19.899,62
Comunità Valsugana e Tesino	2014	2.581,23	497,45	5.267,42	7.605,03	418,23	2.710,29	522,33	5.372,77	7.757,13	460,05	16.369,36	16.822,57
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2014	680,18	131,08	1.388,02	2.004,01	110,21	714,19	137,64	1.415,78	2.044,09	121,23	4.313,51	4.432,93
Territorio Val d'Adige	2014	16.436,09	3.167,57	33.540,59	48.425,40	2.663,11	17.257,90	3.325,95	34.211,40	49.393,91	2.929,42	104.232,76	107.118,57
Comun General de Fascia	2015	1.275,49	278,46	2.720,85	2.578,11	211,65	1.339,26	292,39	2.775,27	2.629,67	232,82	7.064,56	7.269,40
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	2015	4.140,75	904,00	8.832,97	8.369,55	687,10	4.347,78	949,20	9.009,62	8.536,94	755,81	22.934,37	23.599,37
Comunità Alto Garda e Ledro	2015	7.876,43	1.719,57	16.801,85	15.920,36	1.306,99	8.270,25	1.805,55	17.137,89	16.238,77	1.437,69	43.625,20	44.890,14
Comunità del Primiero	2015	898,59	196,18	1.916,86	1.816,29	149,11	943,52	205,99	1.955,20	1.852,62	164,02	4.977,03	5.121,34
Comunità della Paganella	2015	294,25	64,24	627,69	594,76	48,83	308,97	67,45	640,25	606,66	53,71	1.629,78	1.677,03
Comunità della Vallagarina	2015	6.244,47	1.363,28	13.320,58	12.621,73	1.036,19	6.556,69	1.431,45	13.587,00	12.874,17	1.139,80	34.586,25	35.589,10
Comunità della Valle dei Laghi	2015	1.747,91	381,60	3.728,60	3.532,98	290,04	1.835,30	400,68	3.803,17	3.603,64	319,05	9.681,13	9.961,84
Comunità della Valle di Cembra	2015	299,61	65,41	639,11	605,58	49,72	314,59	68,68	651,90	617,70	54,69	1.659,43	1.707,55
Comunità della Valle di Sole	2015	2.007,75	438,33	4.282,89	4.058,20	333,16	2.108,14	460,25	4.368,55	4.139,36	366,47	11.120,33	11.442,77
Comunità delle Giudicarie	2015	1.958,08	427,49	4.176,94	3.957,80	324,92	2.055,98	448,86	4.260,48	4.036,96	357,41	10.845,23	11.159,69
Comunità Rotaliana-Königsberg	2015	4.111,35	897,58	8.770,26	8.310,13	682,22	4.316,92	942,46	8.945,66	8.476,34	750,45	22.771,55	23.431,82
Comunità territoriale della Val di Fiemme	2015	1.983,10	432,95	4.230,30	4.008,37	329,07	2.082,25	454,59	4.314,91	4.088,53	361,97	10.983,78	11.302,26
Comunità Val di Non	2015	2.871,64	626,93	6.125,72	5.804,34	476,51	3.015,22	658,28	6.248,24	5.920,43	524,16	15.905,14	16.366,32
Comunità Valsugana e Tesino	2015	2.549,48	556,60	5.438,50	5.153,18	423,05	2.676,95	584,43	5.547,27	5.256,24	465,36	14.120,81	14.530,26
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2015	709,45	154,89	1.513,38	1.433,99	117,72	744,92	162,63	1.543,65	1.462,67	129,50	3.929,43	4.043,36
Territorio Val d'Adige	2015	17.695,10	3.863,17	37.746,87	35.766,51	2.936,26	18.579,86	4.056,33	38.501,81	36.481,85	3.229,89	98.007,92	100.849,73

comunità di valle	Anni	Benzina [ton]		Gasolio motori [ton]		GPL [ton]	Benzina [tep]		Gasolio motori [tep]		GPL [tep]	Totale	
		Benz. Rete ordinaria	Benz. Extra-rete	Gasolio Rete ordinaria	Gasolio Extra-rete	G.P.L. (autotrazione)	Benz. Rete ordinaria	Benz. Extra-rete	Gasolio Rete ordinaria	Gasolio Extra-rete	G.P.L. (autotrazione)	[ton]	[tep]
Comun General de Fascia	2016	1.364,69	341,92	3.028,14	2.835,26	205,20	1.432,93	359,02	3.088,71	2.891,96	225,72	7.775,21	7.998,33
Comunità Alta Valsugana e Bersn	2016	6.291,01	1.576,22	13.959,25	13.070,08	945,92	6.605,56	1.655,03	14.238,44	13.331,48	1.040,51	35.842,48	36.871,02
Comunità Alto Garda e Ledro	2016	11.612,98	2.909,64	25.768,28	24.126,89	1.746,14	12.193,63	3.055,12	26.283,65	24.609,43	1.920,75	66.163,93	68.062,58
Comunità del Primiero	2016	1.049,79	263,03	2.329,40	2.181,02	157,85	1.102,28	276,18	2.375,99	2.224,64	173,63	5.981,08	6.152,71
Comunità della Paganella	2016	774,81	194,13	1.719,25	1.609,74	116,50	813,55	203,84	1.753,64	1.641,93	128,15	4.414,43	4.541,11
Comunità della Vallagarina	2016	6.039,36	1.513,17	13.400,87	12.547,26	908,08	6.341,33	1.588,82	13.668,88	12.798,20	998,89	34.408,73	35.396,13
Comunità della Valle dei Laghi	2016	1.572,86	394,08	3.490,05	3.267,74	236,50	1.651,50	413,78	3.559,85	3.333,09	260,15	8.961,22	9.218,37
Comunità della Valle di Cembra	2016	288,89	72,38	641,03	600,20	43,44	303,34	76,00	653,85	612,21	47,78	1.645,95	1.693,18
Comunità della Valle di Sole	2016	1.944,95	487,31	4.315,70	4.040,80	292,44	2.042,20	511,67	4.402,01	4.121,61	321,69	11.081,20	11.399,19
Comunità delle Giudicarie	2016	3.248,36	813,88	7.207,86	6.748,73	488,43	3.410,78	854,57	7.352,02	6.883,71	537,27	18.507,26	19.038,35
Comunità Rotaliana-Königsberg	2016	4.808,85	1.204,86	10.670,46	9.990,78	723,06	5.049,30	1.265,10	10.883,87	10.190,59	795,37	27.398,02	28.184,23
Comunità territoriale della Val di	2016	3.006,56	753,29	6.671,31	6.246,36	452,07	3.156,88	790,96	6.804,74	6.371,29	497,27	17.129,59	17.621,14
Comunità Val di Non	2016	2.835,38	710,41	6.291,48	5.890,72	426,33	2.977,15	745,93	6.417,31	6.008,54	468,96	16.154,31	16.617,88
Comunità Valsugana e Tesino	2016	2.473,75	619,80	5.489,06	5.139,42	371,96	2.597,44	650,79	5.598,84	5.242,21	409,15	14.093,99	14.498,43
Magnifica Comunità degli Altipia	2016	671,64	168,28	1.490,32	1.395,39	100,99	705,23	176,69	1.520,13	1.423,30	111,09	3.826,63	3.936,44
Territorio Val d'Adige	2016	17.488,78	4.381,82	38.806,21	36.334,33	2.629,62	18.363,22	4.600,91	39.582,34	37.061,02	2.892,59	99.640,77	102.500,07
Comun General de Fascia	2017	1.214,99	331,85	2.747,55	3.697,69	202,65	1.275,74	348,44	2.802,50	3.771,64	222,91	8.194,72	8.421,23
Comunità Alta Valsugana e Bersn	2017	5.522,00	1.508,21	12.487,38	16.805,66	921,01	5.798,10	1.583,62	12.737,12	17.141,77	1.013,11	37.244,26	38.273,73
Comunità Alto Garda e Ledro	2017	10.025,72	2.738,29	22.672,03	30.512,28	1.672,19	10.527,01	2.875,21	23.125,47	31.122,53	1.839,41	67.620,51	69.489,62
Comunità del Primiero	2017	909,65	248,45	2.057,07	2.768,43	151,72	955,13	260,87	2.098,21	2.823,80	166,89	6.135,32	6.304,90
Comunità della Paganella	2017	448,83	122,59	1.014,98	1.365,97	74,86	471,27	128,72	1.035,28	1.393,29	82,35	3.027,23	3.110,90
Comunità della Vallagarina	2017	5.114,13	1.396,81	11.565,02	15.564,34	852,98	5.369,84	1.466,65	11.796,32	15.875,62	938,28	34.493,27	35.446,71
Comunità della Valle dei Laghi	2017	1.681,73	459,33	3.803,04	5.118,17	280,50	1.765,82	482,29	3.879,10	5.220,54	308,54	11.342,76	11.656,29
Comunità della Valle di Cembra	2017	257,34	70,29	581,95	783,19	42,92	270,21	73,80	593,58	798,85	47,21	1.735,68	1.783,66
Comunità della Valle di Sole	2017	1.793,33	489,81	4.055,40	5.457,80	299,11	1.882,99	514,30	4.136,51	5.566,96	329,02	12.095,44	12.429,77
Comunità delle Giudicarie	2017	2.834,10	774,07	6.409,00	8.625,30	472,70	2.975,81	812,77	6.537,18	8.797,81	519,97	19.115,17	19.643,53
Comunità Rotaliana-Königsberg	2017	4.234,60	1.156,58	9.576,07	12.887,59	706,29	4.446,33	1.214,41	9.767,59	13.145,34	776,92	28.561,14	29.350,60
Comunità territoriale della Val di	2017	2.711,57	740,60	6.131,90	8.252,38	452,26	2.847,14	777,63	6.254,53	8.417,43	497,49	18.288,70	18.794,22
Comunità Val di Non	2017	2.624,06	716,70	5.934,02	7.986,07	437,67	2.755,26	752,54	6.052,70	8.145,79	481,43	17.698,51	18.187,72
Comunità Valsugana e Tesino	2017	2.175,02	594,06	4.918,57	6.619,47	362,77	2.283,78	623,76	5.016,94	6.751,86	399,05	14.669,89	15.075,38
Magnifica Comunità degli Altipia	2017	600,96	164,14	1.359,01	1.828,98	100,23	631,01	172,35	1.386,19	1.865,55	110,26	4.053,33	4.165,37
Territorio Val d'Adige	2017	13.382,96	3.655,24	30.264,03	40.729,69	2.232,14	14.052,11	3.838,01	30.869,31	41.544,28	2.455,35	90.264,06	92.759,06

Appendice I

Elaborazione dati di consumo di carburante in base a numero di veicoli per comunità di valle e popolazione (metodo3)

A seguire si allega la tabella contenente il numero di vetture per cui è stata pagata la tassa automobilistica per ogni comunità di valle. Fatto salvo la comunità di valle del territorio Val d'Adige per cui si è invece indicato il numero di abitanti con età superiore a 18 anni.

comunità di valle	vetture				peso %			
	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017
Comun General de Fascia	6.099	6.195	6.257	6.380	2%	2%	2%	2%
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	31.126	31.595	32.242	32.965	9%	9%	9%	9%
Comunità Alto Garda e Ledro	28.414	28.853	29.489	30.002	8%	8%	8%	8%
Comunità di Primiero	5.595	5.668	5.758	5.799	2%	2%	2%	2%
Comunità della Paganella	2.840	2.893	2.944	2.996	1%	1%	1%	1%
Comunità della Vallagarina	52.206	52.639	53.482	54.417	15%	15%	15%	15%
Comunità della Valle dei Laghi	6.288	6.351	6.479	6.596	2%	2%	2%	2%
Comunità della Valle di Cembra	6.366	6.455	6.558	6.655	2%	2%	2%	2%
Comunità della Valle di Sole	9.392	9.543	9.702	9.777	3%	3%	3%	3%
Comunità delle Giudicarie	22.083	22.294	22.604	22.908	6%	6%	6%	6%
Comunità Rotaliana-Königsberg	16.932	17.170	17.561	18.002	5%	5%	5%	5%
Comunità territoriale della Val di Fiemme	11.796	12.020	12.246	12.466	3%	3%	3%	4%
Comunità della Val di Non	24.704	25.263	25.641	26.202	7%	7%	7%	7%
Comunità Valsugana e Tesino	16.273	16.480	16.877	17.144	5%	5%	5%	5%
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2.863	2.883	2.957	2.997	1%	1%	1%	1%
Territorio Val d'Adige	99.410	99.471	99.560	99.746	29%	29%	28%	28%

Comunità di valle	Anni	Benzina [ton]		Gasolio motori [ton]		GPL [ton]	Benzina [tep]		Gasolio motori [tep]		GPL [tep]	Totale	
		Benz. Rete ordinaria	Benz. Extra-rete	Gasolio Rete ordinaria	Gasolio Extra-rete	G.P.L. (autotrazione)	Benz. Rete ordinaria	Benz. Extra-rete	Gasolio Rete ordinaria	Gasolio Extra-rete	G.P.L. (autotrazione)	[ton]	[tep]
Comun General de Fascia	2014	1252	241	2555	3688	203	1314	253	2606	3762	223	7.939	8.159
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	2014	6389	1231	13038	18823	1035	6708	1293	13298	19200	1139	40.516	41.638
Comunità Alto Garda e Ledro	2014	5832	1124	11902	17183	945	6124	1180	12140	17527	1039	36.986	38.010
Comunità di Primiero	2014	1148	221	2344	3384	186	1206	232	2390	3451	205	7.283	7.485
Comunità della Paganella	2014	583	112	1190	1717	94	612	118	1213	1752	104	3.697	3.799
Comunità della Vallagarina	2014	10716	2065	21867	31572	1736	11252	2168	22305	32203	1910	67.956	69.838
Comunità della Valle dei Laghi	2014	1291	249	2634	3803	209	1355	261	2687	3879	230	8.185	8.412
Comunità della Valle di Cembra	2014	1307	252	2666	3850	212	1372	264	2720	3927	233	8.287	8.516
Comunità della Valle di Sole	2014	1928	372	3934	5680	312	2024	390	4013	5793	344	12.225	12.564
Comunità delle Giudicarie	2014	4533	874	9250	13355	734	4759	917	9435	13622	808	28.745	29.541
Comunità Rotaliana-Königsberg	2014	3475	670	7092	10240	563	3649	703	7234	10444	619	22.040	22.650
Comunità territoriale della Val di Fiemme	2014	2421	467	4941	7134	392	2542	490	5040	7276	432	15.355	15.780
Comunità della Val di Non	2014	5071	977	10348	14940	822	5324	1026	10555	15239	904	32.157	33.047
Comunità Valsugana e Tesino	2014	3340	644	6816	9841	541	3507	676	6953	10038	595	21.182	21.769
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2014	588	113	1199	1731	95	617	119	1223	1766	105	3.727	3.830
Territorio Val d'Adige	2014	20405	3932	41639	60118	3306	21425	4129	42472	61321	3637	129.401	132.984
Comun General de Fascia	2015	1235	270	2635	2496	205	1297	283	2687	2546	225	6.841	7.039
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	2015	6299	1375	13437	12732	1045	6614	1444	13706	12987	1150	34.888	35.900
Comunità Alto Garda e Ledro	2015	5752	1256	12271	11627	955	6040	1319	12516	11860	1050	31.861	32.784
Comunità di Primiero	2015	1130	247	2411	2284	188	1187	259	2459	2330	206	6.259	6.440
Comunità della Paganella	2015	577	126	1230	1166	96	606	132	1255	1189	105	3.195	3.287
Comunità della Vallagarina	2015	10495	2291	22387	21212	1741	11019	2406	22834	21636	1916	58.126	59.811
Comunità della Valle dei Laghi	2015	1266	276	2701	2559	210	1329	290	2755	2610	231	7.013	7.216
Comunità della Valle di Cembra	2015	1287	281	2745	2601	214	1351	295	2800	2653	235	7.128	7.335
Comunità della Valle di Sole	2015	1903	415	4059	3846	316	1998	436	4140	3923	347	10.538	10.843
Comunità delle Giudicarie	2015	4445	970	9481	8984	738	4667	1019	9671	9164	811	24.618	25.332
Comunità Rotaliana-Königsberg	2015	3423	747	7302	6919	568	3594	785	7448	7057	625	18.960	19.510
Comunità territoriale della Val di Fiemme	2015	2396	523	5112	4844	398	2516	549	5214	4941	437	13.273	13.658
Comunità della Val di Non	2015	5037	1100	10744	10180	836	5288	1155	10959	10384	919	27.896	28.705
Comunità Valsugana e Tesino	2015	3286	717	7009	6641	545	3450	753	7149	6774	600	18.198	18.726
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2015	575	125	1226	1162	95	604	132	1251	1185	105	3.184	3.276
Territorio Val d'Adige	2015	19831	4330	42304	40084	3291	20823	4546	43150	40886	3620	109.840	113.025

Comunità di valle	Anni	Benzina [ton]		Gasolio motori [ton]		GPL [ton]	Benzina [tep]		Gasolio motori [tep]		GPL [tep]	Totale	
		Benz. Rete ordinaria	Benz. Extra-rete	Gasolio Rete ordinaria	Gasolio Extra-rete	G.P.L. (autotrazione)	Benz. Rete ordinaria	Benz. Extra-rete	Gasolio Rete ordinaria	Gasolio Extra-rete	G.P.L. (autotrazione)	[ton]	[tep]
Comun General de Fascia	2016	1176	295	2610	2443	177	1235	309	2662	2492	195	6.701	6.893
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	2016	6060	1518	13448	12591	911	6363	1594	13716	12843	1002	34.528	35.519
Comunità Alto Garda e Ledro	2016	5543	1389	12299	11516	833	5820	1458	12545	11746	917	31.580	32.486
Comunità di Primiero	2016	1082	271	2402	2249	163	1136	285	2450	2294	179	6.166	6.343
Comunità della Paganella	2016	553	139	1228	1150	83	581	146	1252	1173	92	3.153	3.243
Comunità della Vallagarina	2016	10053	2519	22306	20885	1512	10555	2645	22752	21303	1663	57.275	58.918
Comunità della Valle dei Laghi	2016	1218	305	2702	2530	183	1279	320	2756	2581	201	6.938	7.138
Comunità della Valle di Cembra	2016	1233	309	2735	2561	185	1294	324	2790	2612	204	7.023	7.225
Comunità della Valle di Sole	2016	1824	457	4047	3789	274	1915	480	4127	3865	302	10.390	10.688
Comunità delle Giudicarie	2016	4249	1065	9428	8827	639	4461	1118	9616	9004	703	24.207	24.902
Comunità Rotaliana-Königsberg	2016	3301	827	7324	6858	496	3466	868	7471	6995	546	18.806	19.346
Comunità territoriale della Val di Fiemme	2016	2302	577	5108	4782	346	2417	606	5210	4878	381	13.114	13.491
Comunità della Val di Non	2016	4820	1208	10694	10013	725	5061	1268	10908	10213	797	27.459	28.247
Comunità Valsugana e Tesino	2016	3172	795	7039	6591	477	3331	835	7180	6723	525	18.074	18.593
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2016	556	139	1233	1155	84	584	146	1258	1178	92	3.167	3.258
Territorio Val d'Adige	2016	18714	4689	41525	38879	2814	19650	4923	42355	39657	3095	106.620	109.680
Comun General de Fascia	2017	998	273	2257	3037	166	1048	286	2302	3098	183	6.730	6.916
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	2017	5156	1408	11659	15691	860	5414	1479	11892	16005	946	34.774	35.736
Comunità Alto Garda e Ledro	2017	4692	1282	10611	14281	783	4927	1346	10824	14566	861	31.649	32.524
Comunità di Primiero	2017	907	248	2051	2760	151	952	260	2092	2816	166	6.117	6.286
Comunità della Paganella	2017	469	128	1060	1426	78	492	134	1081	1455	86	3.160	3.248
Comunità della Vallagarina	2017	8511	2325	19247	25902	1420	8936	2441	19631	26420	1561	57.404	58.991
Comunità della Valle dei Laghi	2017	1032	282	2333	3140	172	1083	296	2380	3202	189	6.958	7.150
Comunità della Valle di Cembra	2017	1041	284	2354	3168	174	1093	299	2401	3231	191	7.020	7.214
Comunità della Valle di Sole	2017	1529	418	3458	4654	255	1606	439	3527	4747	281	10.314	10.599
Comunità delle Giudicarie	2017	3583	979	8102	10904	598	3762	1028	8264	11122	657	24.165	24.833
Comunità Rotaliana-Königsberg	2017	2816	769	6367	8569	470	2956	807	6494	8740	517	18.990	19.515
Comunità territoriale della Val di Fiemme	2017	1950	533	4409	5934	325	2047	559	4497	6052	358	13.150	13.514
Comunità della Val di Non	2017	4098	1119	9267	12472	684	4303	1175	9453	12721	752	27.640	28.404
Comunità Valsugana e Tesino	2017	2681	732	6064	8160	447	2815	769	6185	8324	492	18.085	18.585
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2017	469	128	1060	1427	78	492	134	1081	1455	86	3.161	3.249
Territorio Val d'Adige	2017	15601	4261	35279	47479	2602	16381	4474	35984	48428	2862	105.221	108.129

Appendice J

Consumi di energia elettrica per comunità di valle - globali

A seguire si allega la tabella contenente i consumi elettrici per ogni anno, per tipologia di settore e per comunità di valle e i grafici con le ripartizioni percentuali per settore per ogni comunità di valle.

Comunità	Anno	u.m.	Agricoltura	Industria	Terziario Trasporti	altro Terziario (compreso Commercio)	Domestico Residenziale	Domestico Servizi Generali Edifici	#ND	Totale
Comunità del Primiero	2014	MWh	590	5.835	4.790	21.655	10.668	806	232	44.577
Comunità territoriale della Val di Fiemme	2014	MWh	1.559	18.252	9.448	40.689	21.709	1.744	0	93.401
Comunità Valsugana e Tesino	2014	MWh	1.926	170.241	1.260	39.944	25.082	1.469	2.066	241.987
Comunità delle Giudicarie	2014	MWh	6.155	68.422	13.021	71.147	42.609	4.296	556	206.206
Comun General de Fascia	2014	MWh	670	12.673	9.655	49.033	12.679	1.716	0	86.427
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	2014	MWh	9.105	47.722	836	59.211	51.811	2.602	2.667	173.955
Comunità Alto Garda e Ledro	2014	MWh	2.430	100.414	6.182	67.952	47.899	6.722	0	231.600
Comunità della Paganella	2014	MWh	147	2.436	6.321	17.681	5.545	409	579	33.117
Comunità della Vallagarina	2014	MWh	5.890	117.241	4.385	109.605	75.471	10.315	4.989	327.895
Comunità della Valle dei Laghi	2014	MWh	930	28.507	677	10.618	10.382	442	0	51.556
Comunità della Valle di Cembra	2014	MWh	223	7.426	154	8.812	9.903	199	17	26.734
Comunità della Valle di Sole	2014	MWh	1.783	14.013	9.836	38.378	17.399	2.252	2.150	85.812
Comunità Rotaliana-Königsberg	2014	MWh	5.622	79.405	3.598	54.104	24.958	2.251	5	169.944
Comunità Val di Non	2014	MWh	23.701	43.041	5.397	64.316	38.093	1.011	8.447	184.006
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2014	MWh	177	2.337	2.979	15.842	6.042	655	0	28.033
Territorio Val d'Adige	2014	MWh	8.125	91.333	8.634	270.081	108.314	22.640	2.673	511.801
Comunità del Primiero	2015	MWh	609	5.877	6.114	21.680	10.591	734	330	45.935
Comunità territoriale della Val di Fiemme	2015	MWh	1.568	19.542	11.218	40.667	21.447	1.673	0	96.115
Comunità Valsugana e Tesino	2015	MWh	2.113	215.428	1.317	40.551	25.084	1.518	2.146	288.158
Comunità delle Giudicarie	2015	MWh	6.179	70.782	15.606	71.807	42.304	4.306	497	211.482
Comun General de Fascia	2015	MWh	687	14.007	12.075	49.581	12.568	1.662	2	90.583
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	2015	MWh	9.715	46.049	881	59.797	51.900	2.605	2.630	173.577
Comunità Alto Garda e Ledro	2015	MWh	2.783	85.636	6.404	76.343	48.678	6.712	0	226.557
Comunità della Paganella	2015	MWh	146	2.440	8.629	17.805	5.524	380	592	35.515
Comunità della Vallagarina	2015	MWh	7.907	122.111	4.966	110.678	76.348	10.577	6.027	338.614
Comunità della Valle dei Laghi	2015	MWh	1.532	10.046	156	10.612	10.466	423	0	33.233
Comunità della Valle di Cembra	2015	MWh	271	7.088	155	8.757	9.849	198	0	26.320
Comunità della Valle di Sole	2015	MWh	1.906	13.809	11.531	38.773	17.208	2.157	2.319	87.704
Comunità Rotaliana-Königsberg	2015	MWh	6.170	80.733	3.461	59.151	25.295	2.349	5	177.164
Comunità Val di Non	2015	MWh	27.104	43.426	4.680	65.695	38.071	1.017	8.945	188.939
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2015	MWh	208	2.318	3.362	16.258	6.085	667	0	28.898
Territorio Val d'Adige	2015	MWh	8.554	86.277	9.248	272.926	109.190	22.539	2.429	511.162

Figura J.1: Consumi elettrici globali per settore.

Comunità	Anno	u.m.	Agricoltura	Industria	Terziario Trasporti	altro Terziario (compreso Commercio)	Domestico Residenziale	Domestico Servizi Generali Edifici	#ND	Totale
Comunità del Primiero	2016	MWh	610	6.038	6.910	21.417	10.553	725	286	46.540
Comunità territoriale della Val di Fiemme	2016	MWh	1.638	22.756	12.993	40.855	21.483	1.685	0	101.411
Comunità Valsugana e Tesino	2016	MWh	2.269	156.721	1.312	40.852	25.036	1.408	2.218	229.815
Comunità delle Giudicarie	2016	MWh	6.187	69.642	18.632	72.150	42.421	4.056	505	213.594
Comun General de Fascia	2016	MWh	679	16.176	15.136	50.206	12.731	1.665	10	96.605
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	2016	MWh	9.869	47.603	931	59.611	52.047	2.530	2.594	175.184
Comunità Alto Garda e Ledro	2016	MWh	2.727	78.234	6.485	71.392	48.666	6.737	6	214.246
Comunità della Paganella	2016	MWh	160	2.613	10.715	18.609	5.529	356	602	38.584
Comunità della Vallagarina	2016	MWh	7.024	135.363	5.092	109.583	76.010	10.538	7.229	350.840
Comunità della Valle dei Laghi	2016	MWh	1.300	9.099	163	10.463	10.459	413	0	31.896
Comunità della Valle di Cembra	2016	MWh	266	7.027	142	8.851	9.817	189	0	26.293
Comunità della Valle di Sole	2016	MWh	1.986	13.420	13.701	40.022	17.244	2.161	2.463	90.997
Comunità Rotaliana-Königsberg	2016	MWh	6.016	83.110	3.608	58.624	25.243	2.546	6	179.152
Comunità Val di Non	2016	MWh	24.060	46.410	4.281	66.300	38.136	1.033	8.544	188.764
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2016	MWh	212	2.493	3.778	16.904	6.137	668	0	30.192
Territorio Val d'Adige	2016	MWh	8.489	88.728	9.538	270.904	108.223	22.358	2.572	510.813
Comunità del Primiero	2017	MWh	619	6.446	6.665	21.091	10.419	715	0	45.956
Comunità territoriale della Val di Fiemme	2017	MWh	1.675	19.665	10.496	44.228	21.424	1.648	1	99.137
Comunità Valsugana e Tesino	2017	MWh	2.321	105.676	1.329	40.518	24.921	1.364	2.287	178.416
Comunità delle Giudicarie	2017	MWh	6.152	71.187	16.756	74.167	42.421	4.014	275	214.972
Comun General de Fascia	2017	MWh	779	18.802	12.383	49.317	12.701	1.565	9	95.556
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	2017	MWh	9.704	49.565	906	59.997	51.815	2.651	2.558	177.196
Comunità Alto Garda e Ledro	2017	MWh	2.765	74.633	6.473	75.187	49.227	7.373	10	215.669
Comunità della Paganella	2017	MWh	164	2.599	9.881	19.024	5.769	381	575	38.393
Comunità della Vallagarina	2017	MWh	7.616	129.081	5.318	110.032	75.986	10.616	7.153	345.803
Comunità della Valle dei Laghi	2017	MWh	1.219	12.000	171	10.225	10.496	408	0	34.518
Comunità della Valle di Cembra	2017	MWh	285	6.938	140	8.643	9.720	175	0	25.901
Comunità della Valle di Sole	2017	MWh	2.066	13.281	14.044	40.640	17.384	2.074	2.420	91.908
Comunità Rotaliana-Königsberg	2017	MWh	6.256	88.112	3.423	58.082	25.252	2.537	7	183.669
Comunità Val di Non	2017	MWh	18.906	44.380	4.345	62.237	37.884	1.020	7.779	176.551
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	2017	MWh	226	2.428	3.182	16.151	6.244	664	0	28.896
Territorio Val d'Adige	2017	MWh	9.723	106.135	9.603	274.405	107.916	22.639	2.816	533.236

Figura J.2: Consumi elettrici globali per settore.

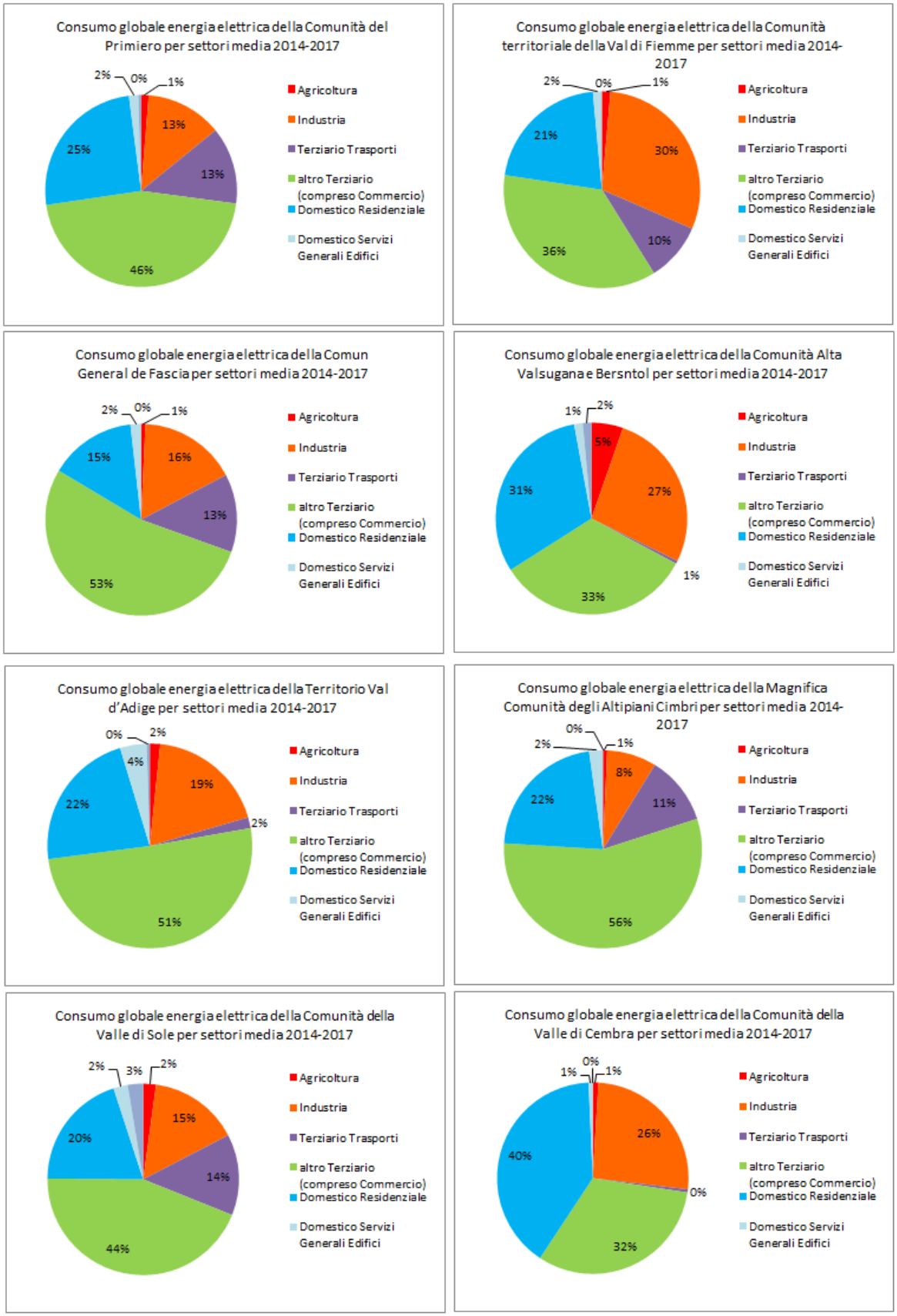


Figura J.3: Consumi elettrici globali per settore.

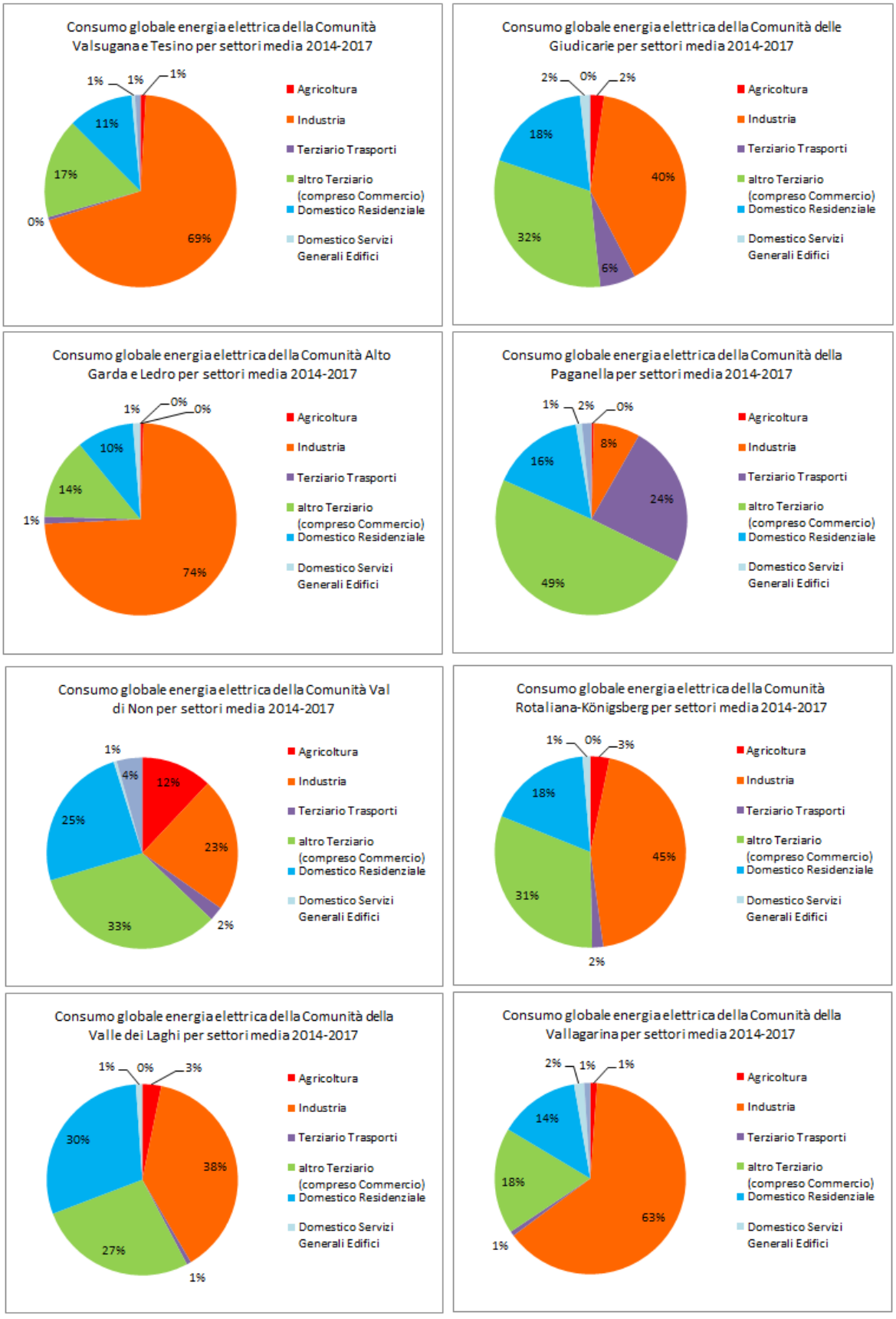


Figura J.4: Consumi elettrici globali per settore.

Appendice K

Confronto produzione fotovoltaica tra PVGIS e Atlante Solare Trentino

La presente Appendice confronta i dati di produzione Fotovoltaica calcolati mediante i valori medi di PVGIS e la produzione Fotovoltaica a partire dai dati del Atlante Solare Trentino.

Si specifica che nell'implementazione del calcolo della produzione a partire dai dati di irraggiamento contenuti nell'Atlante Solare Trentino sono state considerare le seguenti ipotesi:

- Tutti gli impianti riferiti ad un comune sono stati considerati concentrati in un'unica cella dell'atlante solare;
- Nel caso di comuni sparsi che nel 2016 sono stati unificati in nuovi comuni si è preso come riferimento il valore medio tra quelli dei singoli comuni: per questi comuni infatti è stato necessario ricavare un unico valore in quanto le potenze installate come dichiarate dai distributori sono riferite ai comuni ad oggi esistenti;
- Le coordinate geografiche dei comuni sono state ricavate da http://clisun.casaccia.enea.it/Pagine/Comu e convertite a UTM50 mediante il software https://mygeodata.cloud/converter/;
- Per trasformare i valori da irraggiamento [MJ/m2] a produzione di un impianto da 1kWp [kWh/anno] sono state considerate le successive ipotesi: rendimento impianto fotovoltaico 15%, superficie utile di un pannello 1,5mq e potenza di picco di un pannello 250W;
- Si è utilizzato, parimenti a quanto fatto nel Capitolo 14, un coefficiente 0,8 per tenere conto di fattori quali la diminuzione delle capacità degli impianti dati da usura, sporco, rottura pannelli, diminuzione del rendimento, condizioni di installazione diverse da quelle ottimali ecc...

comunità	ATLANTE SOLARE TRENTINO				PVGIS			
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
	2014	**2015**	**2016**	**2017**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**
Comunità del Primiero	1.466	1.519	1.580	1.649	1.412	1.463	1.523	1.589
Comunità territoriale della Val di Fiemme	8.068	8.190	8.620	8.297	7.672	7.787	8.215	7.880
Comunità Valsugana e Tesino	9.686	9.933	10.429	10.614	8.758	8.982	9.436	9.607
Comunità delle Giudicarie	18.951	19.498	19.792	20.097	20.408	20.996	21.312	21.638
Comun General de Fascia	1.880	1.965	2.051	2.648	1.715	1.791	1.870	2.403
Comunità Alta Valsugana e Bersntol	12.094	12.314	12.610	13.108	12.860	13.095	13.411	13.941
Comunità Alto Garda e Ledro	9.784	10.258	10.661	11.100	10.026	10.510	10.923	11.376
Comunità della Paganella	913	944	1.107	1.128	952	983	1.155	1.177
Comunità della Vallagarina	22.239	22.560	22.852	23.220	22.952	23.284	23.586	23.966
Comunità della Valle dei Laghi	3.438	3.486	3.569	3.793	3.638	3.688	3.777	4.011
Comunità della Valle di Cembra	3.243	3.295	3.336	3.382	3.490	3.546	3.589	3.639
Comunità della Valle di Sole	2.625	2.894	2.926	3.159	2.186	2.412	2.439	2.633
Comunità Rotaliana-Königsberg	13.815	13.974	14.785	15.884	14.730	14.904	15.760	16.902
Comunità Val di Non	22.287	22.821	23.348	23.678	23.103	23.660	24.210	24.554
Magnifica Comunità degli Altipiani Cimbri	1.579	1.593	1.602	1.607	1.478	1.491	1.500	1.504
Territorio Val d'Adige	23.588	24.405	25.007	25.502	24.590	25.442	26.069	26.585
TOTALE	**155.656**	**159.650**	**164.276**	**168.866**	**159.972**	**164.036**	**168.773**	**173.405**

Figura K.1: Confronto produzione fotovoltaica calcolata da dati di PVGIS e da Atlante Solare Trentino.

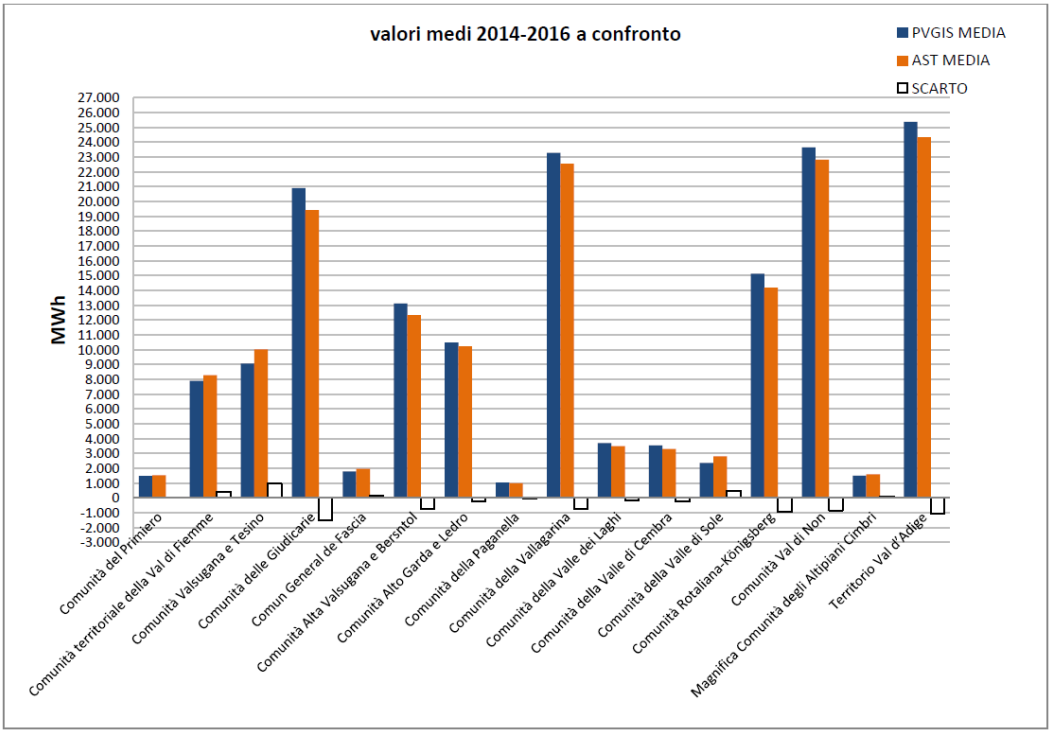


Figura K.2: Confronto produzione fotovoltaica calcolata da dati di PVGIS e da Atlante Solare Trentino.

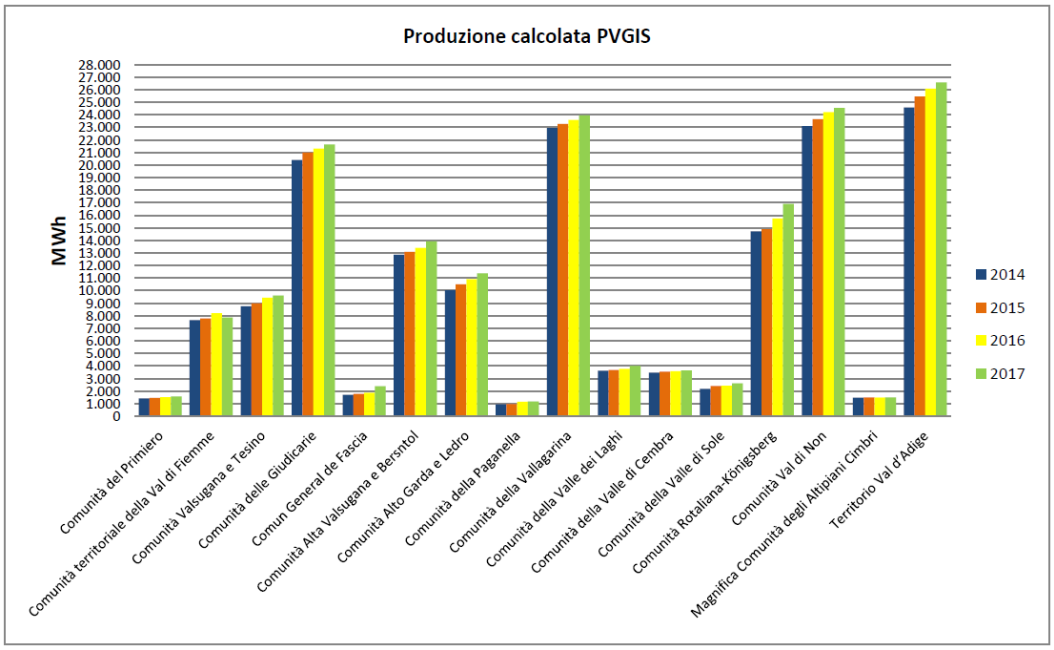


Figura K.3: Produzione fotovoltaica calcolata da dati di PVGIS.

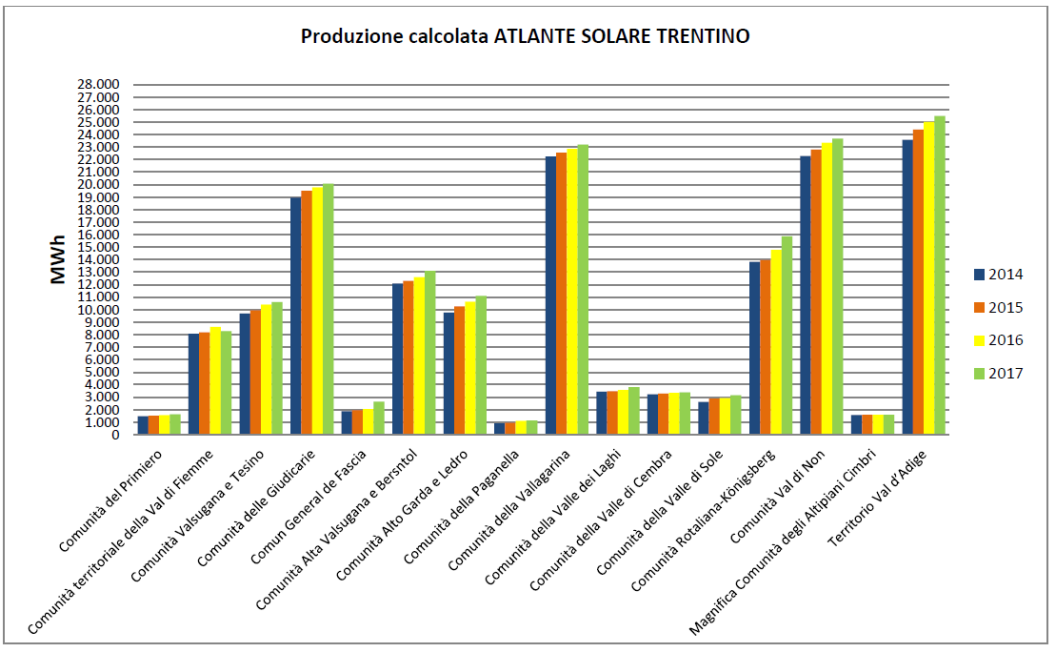


Figura K.4: Produzione fotovoltaica calcolata da dati di Atlante Solare Trentino.

Appendice L

Fattori di conversione in tep

Si riportano i fattori di conversione dei vari vettori energetici in tonnellate equivalenti di petrolio (tep).

Energia Elettrica produzione Rinnovabile Fotovoltaico, Idroelettrico e Eolico	2200*10^-7 tep/kWh
Energia Elettrica produzione Rinnovabile Biomasse (forestali+biogas)	2500*10^-7 tep/kWh
Gas Naturale	8190*10^-7 tep/mc
Energia Elettrica consumi	860*10^-7 tep/kWh
Legna e Biomasse	2500*10^-7 tep/kg
Benzina	10500*10^-7 tep/kg
Gasolio	10200*10^-7 tep/kg
GPL	11000*10^-7 tep/kg
BTZ	9800*10^-7 tep/kg

Figura L.1: Fattori di conversione delle varie fonti in TEP (fonte: *Rapporto Energia e Ambiente 2007*, ENEA).