

Enermi Sagl

Via Cantonale 18

CH-6928 Manno

T +41 (0) 91 224 64 71

Concetto energetico Terre di Pedemonte

Bilancio, obiettivi e potenziali



Autori: Michela Sormani, Morena Ferrazzo, Giorgia Crivelli



Indice

1	Premessa	1
2	Politica energetica e climatica	2
2.1	Confederazione.....	2
2.2	Cantone Ticino.....	5
3	Quadro conoscitivo.....	7
3.1	Portrait del Comune	7
3.2	Contesto socio-economico.....	8
3.3	Edifici	9
3.4	Mobilità.....	13
4	Bilancio energetico comunale.....	15
4.1	Energia termica.....	15
4.2	Energia elettrica	20
4.3	Energia per la mobilità	24
4.4	Consumo globale: energia finale.....	25
4.5	Consumo globale: energia primaria ed emissioni di gas serra	29
5	Obiettivi della politica energetica e climatica comunale.....	31
6	Potenziali di produzione da energie rinnovabili	34
6.1	Energia elettrica e termica dal sole	34
6.2	Energia elettrica dal vento.....	40
6.3	Energia termica ed elettrica dal legno	42
6.4	Energia termica dall'ambiente	44
6.5	Energia elettrica dall'acqua (idroelettrico)	49
6.6	Potenziali energia da rifiuti e scarti vegetali	52
7	Potenziali delle infrastrutture	54
7.1	Reti di teleriscaldamento.....	54
7.2	Calore residuo dalle canalizzazioni	61
8	Potenziali di efficienza energetica	63
8.1	Energia termica del parco edifici	63
8.2	Energia elettrica per l'illuminazione stradale	68
8.3	Energia elettrica (risc. e illuminazione stradale esclusi)	71
9	Panoramica dei potenziali e confronto con gli obiettivi della Società a 2000 Watt	73
10	Tavole	76
11	Allegato: Potenziale di produzione di energia dal bosco	77
12	Allegato: Delimitazione delle aree idonee allo sfruttamento del sottosuolo	78
13	Bibliografia	79

1 Premessa

In marzo 2015 il Comune di Terre di Pedemonte ha deciso di assegnare un mandato a Enermi Sagl per l'elaborazione di un Piano energetico comunale (PECo). Il PECO è un piano che identifica le zone prioritarie per l'approvvigionamento di calore da energie rinnovabili rispettivamente da calore residuo sul territorio comunale. È il risultato di un'analisi approfondita dei consumi di energia e delle rispettive emissioni di gas serra e di una valutazione dei potenziali locali delle energie rinnovabili e del calore residuo, in funzione degli obiettivi a lungo termine della politica energetica e climatica federale e cantonale, con particolare riferimento alla visione della Società a 2000 Watt.

Il presente rapporto riassume tutte le analisi riferite all'elaborazione del Concetto energetico di Terre di Pedemonte (bilancio dell'energia finale e primaria e rispettive emissioni di gas serra, obiettivi di riduzione e potenziali locali) e i rispettivi risultati, che si concretizzano con l'elaborazione della **Strategia della politica energetica comunale (SPECo)**, costituita dai seguenti elementi:

- **Situazione di partenza e potenziali:** consiste in una panoramica dei principali risultati scaturiti dall'analisi dei consumi di energia e da quella dei potenziali di sfruttamento delle rinnovabili e del calore residuo riferiti al territorio comunale. Il **Piano dei potenziali** mostra le zone dove vi è potenziale per lo sfruttamento delle energie rinnovabili e/o del calore residuo in riferimento al territorio comunale.
- **Indirizzi della politica energetica comunale:** sono obiettivi quantitativi concernenti la riduzione del consumo di energia e delle rispettive emissioni di CO₂, corredati dagli indirizzi definiti dall'autorità comunale. Il **Piano energetico comunale (PECo)** identifica le zone prioritarie per lo sviluppo delle energie rinnovabili rispettivamente lo sfruttamento di calore residuo sul territorio comunale e la realizzazione di infrastrutture di approvvigionamento, quali ad esempio le reti di teleriscaldamento.
- **Piano di azione:** definisce le misure a breve e medio termine da realizzare per raggiungere gli obiettivi della politica energetica e climatica comunale e sfruttare i potenziali presenti a livello locale identificati nel PECO. Include inoltre il sistema di monitoraggio per la verifica dell'efficacia delle misure adottate e un riferimento alle misure del Management Tool Città dell'energia.

La SPECo è il documento programmatico della politica energetica comunale e il riferimento per definire le strategie di approvvigionamento energetico a livello locale. Tale strumento ha lo scopo di favorire uno sviluppo sostenibile, volto in particolare a uno sfruttamento ottimale delle risorse presenti sul territorio, attraverso la definizione di misure in ambito tecnico, pianificatorio, finanziario (incentivazione) e informativo (sensibilizzazione e coinvolgimento degli attori locali e della popolazione). La SPECo non rappresenta un vincolo o un ostacolo ma un supporto alla concretizzazione di una politica energetica locale all'avanguardia, in linea con gli obiettivi sovraordinati in materia e con le disposizioni legate alla certificazione Città dell'energia.

2 Politica energetica e climatica

2.1 Confederazione

2.1.1 SvizzeraEnergia e Strategia energetica 2050

Dal 2000 la Svizzera attua la propria politica energetica attraverso il Programma federale SvizzeraEnergia¹ (di cui fa parte anche SvizzeraEnergia per i Comuni), che opera sull'intero territorio nazionale, con molteplici partner pubblici e privati, allo scopo di favorire il raggiungimento degli obiettivi della politica energetica federale. Le leggi federali di riferimento relative alla politica energetica e climatica della Confederazione sono la Legge sull'energia, la Legge sulla riduzione delle emissioni di CO₂ e la Legge sull'approvvigionamento elettrico.

Il 25 maggio 2011 il Consiglio federale ha deciso, quale conseguenza dell'incidente nucleare di Fukushima, avvenuto l'11 marzo 2011, di abbandonare progressivamente l'energia nucleare. Il Parlamento si è allineato a tale decisione definendo che le cinque centrali nucleari esistenti in Svizzera sarebbero state disattivate al termine del loro ciclo di vita (Beznau I nel 2019, Beznau II e Mühleberg nel 2022, Gösgen nel 2029, Leibstadt nel 2034), decisione poi rivista nella seduta del 23.09.2015 del Consiglio nazionale (cfr. paragrafi successivi) e che non ne saranno costruite di nuove. Questa decisione, accanto agli obiettivi di aumento delle energie rinnovabili (+50% rispetto ai valori del 2010, ossia 24%) e di riduzione dei consumi di energia fossile e delle emissioni di gas serra (-20% rispetto ai valori del 1990²) che la Svizzera si era già prefissata, implica un'ulteriore graduale trasformazione del sistema energetico svizzero entro il 2050. Ciò riguarda in particolare una massiccia riduzione del consumo di energia elettrica e un concomitante sviluppo delle energie rinnovabili, in modo economicamente sostenibile e adeguato in termini di tempo. Il Consiglio federale ha pertanto elaborato la "Strategia energetica 2050" e il 4 settembre 2013 ha adottato e trasmesso al Parlamento il rispettivo messaggio concernente il primo pacchetto di misure, che riporta in dettaglio gli obiettivi della Strategia al 2020, al 2035 e al 2050 e le rispettive misure da adottare. SvizzeraEnergia continua a rivestire, quale programma operativo dell'Ufficio federale dell'energia, un ruolo centrale anche nell'ambito della "Strategia energetica 2050".

Gli **obiettivi** della Strategia energetica 2050, da raggiungere entro il 2050 [1]:

- il consumo finale medio di energia pro capite all'anno deve essere ridotto entro il 2050 del 54% rispetto al 2000, il che corrisponde a un consumo finale di energia stimato di circa 125 TWh (451 PJ) nel 2050. In questo contesto subirà un forte calo anche la potenza continua necessaria pro capite, attualmente elevata e pari a circa 5'700 watt (stato 2013); i potenziali maggiori riguardano in primo luogo i trasporti e il calore;
- il consumo medio di energia elettrica pro capite all'anno deve essere ridotto entro il 2050 del 18% rispetto al 2000, il che corrisponde a un consumo di energia elettrica stimato di 53 TWh (191 PJ) e un consumo nazionale di 57,6 TWh (207 PJ) nel 2050;
- per quanto possibile, nel 2050 la produzione annua media di *elettricità da nuove energie rinnovabili* (escluse le centrali idroelettriche) deve essere pari ad almeno 24,2 TWh (oggi: 2 TWh, + 12 volte);

¹ In precedenza denominato Energia2000.

² Obiettivo al 2020 del Protocollo di Kyoto (periodo di adempimento 2013-2020), ratificato dalla Svizzera nel 2003, e conforme alla revisione della Legge sul CO₂ del 2011.

- nel 2050 la produzione annua media di *elettricità delle centrali idroelettriche* deve essere pari ad almeno 38,6 TWh (oggi: 34 TWh). Nel caso delle centrali di pompaggio, in questo obiettivo è inclusa solamente la produzione proveniente da affluenti naturali.

I principi della Strategia energetica 2050 [1]:

- ogni vettore energetico deve essere utilizzato in modo razionale e parsimonioso;
- il fabbisogno globale di energia deve essere soddisfatto con una quota rilevante e crescente di energie rinnovabili;
- i costi relativi all'utilizzo dell'energia devono essere sostenuti, nella misura del possibile, secondo il principio di causalità;
- per la costruzione e la trasformazione degli impianti di produzione di energia elettrica da fonti fossili è necessaria una verifica dell'effettivo fabbisogno;
- le misure e le prescrizioni della legislazione in materia di energia devono essere attuabili dal punto di vista tecnico-aziendale ed economicamente sostenibili.

Gli orientamenti della Strategia energetica 2050 [1]:

- ridurre il consumo di energia elettrica attraverso il potenziamento di misure di efficienza volte a favorire un impiego parsimonioso dell'energia e in particolare dell'elettricità;
- aumentare la quota di energie rinnovabili, con possibilità di soddisfare un eventuale incremento attraverso impianti a cogenerazione e/o le importazioni;
- assicurare l'accesso ai mercati internazionali dell'energia per garantire l'approvvigionamento energetico e consentire lo scambio di energia elettrica;
- potenziare e trasformare le reti elettriche/immagazzinare l'energia per gestire le oscillazioni giornaliere, stagionali e legate anche a fattori meteorologici della produzione di elettricità.
- sviluppare la ricerca in ambito energetico;
- funzione di modello di Confederazione, Cantoni, Città e Comuni, che adottano misure esemplari e coprono i propri consumi attraverso i nuovi vettori energetici rinnovabili (cfr. "Città dell'energia" e "Regione-Energia");
- intensificare la collaborazione internazionale a favore dello sviluppo delle conoscenze e del trasferimento tecnologico nel settore energetico.

Nella seduta del 23 settembre 2015 il Consiglio nazionale ha approvato la Strategia energetica 2050 del Consiglio federale, apportando delle correzioni in alcuni punti per renderla più compatibile con le esigenze di mercato [2], [3]:

- eliminazione del limite massimo di esercizio per le centrali nucleari esistenti; è stato confermato invece il divieto di rilasciare autorizzazioni per la costruzione di nuove centrali nucleari;
- limitazione nel tempo del sostegno alle energie rinnovabili; sei anni dopo l'entrata in vigore della nuova legge non saranno più accettati nuovi impianti nel sistema RIC mentre a partire dal 2031 cesseranno tutte le remunerazioni;
- inasprimento delle condizioni per la realizzazione di centrali idroelettriche, di pompaggio/turbinaggio o eoliche di una certa dimensione in zone naturali protette, proposte dal Consiglio nazionale;
- inclusione nella RIC delle centrali idroelettriche con potenza compresa tra 300 kW-10'000 kW e aiuti statali per le grandi centrali idroelettriche in difficoltà;
- nessuna esigenza vincolante per gli impianti di riscaldamento, misura proposta dal Consiglio nazionale;
- aumento degli aiuti finanziari per il risanamento degli edifici esistenti.

2.1.2 Società a 2000 Watt

La Società a 2000 Watt indica una società equa e sostenibile in cui ogni essere umano, oggi come in futuro, ha diritto alla medesima quantità di energia e alla medesima qualità di vita. La visione della Società a 2000 Watt è stata adottata quale obiettivo a lungo termine della politica energetica e climatica della Svizzera e ha due obiettivi ugualmente importanti:

- Ridurre il consumo di *energia primaria* pro capite da 6'300 watt (valore per il 2005) di potenza continua a 2000 Watt (1/3). 2000 watt è la potenza continua globalmente disponibile per ogni abitante della Terra, che corrisponde a 17'500 kWh/anno pro capite.
- Ridurre le *emissioni di CO₂ equivalenti* pro capite dalle quasi 9 tonnellate (valore per il 2005) a 1 tonnellata (1/8). 1 tonnellata è la quantità di CO₂ equivalenti pro capite che può essere emessa in un anno, se si vuole limitare il surriscaldamento climatico a +2°C.

La Società a 2000 Watt è tecnicamente fattibile: se tutte le tecnologie più all'avanguardia oggi conosciute (edifici e veicoli a basso consumo, apparecchi e illuminazione efficienti, recupero di calore dai processi industriali e di raffreddamento ecc.) fossero applicate in modo capillare, sarebbe possibile utilizzare 1/3 dell'attuale quantità di energia consumata ottenendo 2/3 di prestazioni in più [4]. Il comportamento individuale e un utilizzo delle risorse dettato dal buon senso restano tuttavia elementi fondamentali per il raggiungimento degli obiettivi della visione: il vantaggio ottenuto dall'impiego di tecnologie più efficienti può infatti essere in parte o del tutto mitigato dal modo in cui queste sono impiegate. L'informazione, la comunicazione e la sensibilizzazione rivestono pertanto un ruolo decisivo nell'ambito dell'attuazione della visione.

Gli esperti stimano che, cominciando ad agire ora, gli obiettivi della visione Società a 2000 Watt potranno essere una realtà nel 2100 (Grafico 1). La visione implica un'armonia d'intenti a tutti i livelli della società: dal singolo individuo alle condizioni quadro dettate dalla politica e dalle norme in vigore, dalla ricerca al settore economico, dai professionisti alle aziende di approvvigionamento energetico. La diffusione di tecnologie all'avanguardia e il cambiamento di approccio nei confronti del consumo di risorse soggiacciono pertanto a fattori socio-economici (legati ad esempio alla durata di vita di edifici, infrastrutture, prodotti ecc., alle competenze dei professionisti, alla sensibilità degli individui), la cui evoluzione richiede tempo.

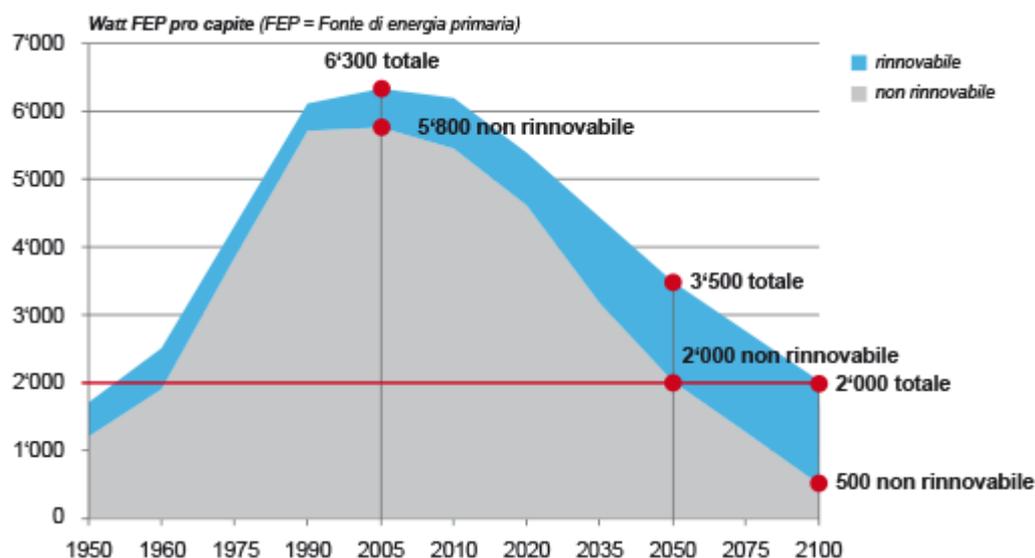


Grafico 1: Il percorso di riduzione a lungo termine della Svizzera verso la Società a 2000 Watt, con la tappa intermedia al 2050.

La concretizzazione della Società a 2000 Watt è quindi un percorso a lungo termine che coinvolge più generazioni e tutti gli attori della collettività. Per facilitare l'orientamento delle misure e delle decisioni lungo il percorso verso il suo raggiungimento, sono pertanto stati definiti degli obiettivi intermedi al 2020, al 2035 e al 2050 (Tabella 1). Tali obiettivi sono da considerarsi come globali per tutta la Svizzera, il procedimento per definirli a livello regionale o comunale è descritto nel capitolo 5 del presente rapporto.

Tabella 1: Percorso di riduzione a tappe della Svizzera conforme alla Società a 2000 Watt.

Percorso di riduzione CH	2013	2020	2035	2050	Società a 2000 Watt
Consumo di energia primaria [watt/abitante]	5'700	5'400	4'400	3'500	2'000
Fattori di riduzione consumo di energia primaria	100%	95%	77%	61%	35%
Emissioni di gas serra [ton CO ₂ eq/abitante e anno]	7.2	6.4	4.2	2.0	1.0
Fattori di riduzione emissioni di gas serra	100%	89%	58%	28%	14%

2.2 Cantone Ticino

Gli indirizzi generali della politica energetica cantonale sono definiti nella scheda "V3 – Energia" del Piano Direttore cantonale e mirano a:

- aumentare la produzione di calore e di elettricità da fonti rinnovabili (2.1 - 2.2 e 2.5);
- promuovere la produzione combinata di elettricità e calore (cogenerazione) da rinnovabili e gas metano (2.3);
- rinnovare e ottimizzare le infrastrutture per il trasporto dell'energia elettrica (2.4);
- promuovere la realizzazione di reti di teleriscaldamento, in modo da favorire una distribuzione efficiente e razionale del calore (2.6);
- favorire il risanamento degli edifici attraverso la promozione di elevati standard energetici e facilitazioni pianificatorie ed edilizie (2.7).

L'attuale politica energetica cantonale è delineata in concreto nel Piano Energetico Cantonale (PEC), che, approvato dal Gran Consiglio in aprile 2013, ne definisce le basi, gli indirizzi e gli obiettivi in tre documenti, tutti disponibili online (www.ti.ch/pec):

- PEC - Schede settoriali (2010), costituiscono un'analisi dei settori del sistema energetico cantonale e descrivono i rispettivi obiettivi corredati dai provvedimenti volti a raggiungerli;
- PEC - Rapporto di consultazione (2010), definisce gli indirizzi generali e differenti possibili scenari energetici riferiti all'applicazione di diversi piani di azione proposti;
- PEC - Piano di azione (2013), risulta dai due documenti sopraccitati dei quali è sintesi, aggiornamento e consolidamento e consiste nel documento programmatico della politica energetica cantonale.

Un'applicazione efficace del PEC permetterebbe di raggiungere, in Ticino, i seguenti obiettivi [5]:

- riduzione del consumo di energia del 15%-20% entro il 2020 e del 20-30% entro il 2050;
- diminuzione del consumo di energie fossili dell'11% entro il 2035 e del 23% entro il 2050;
- aumento della produzione di energia termica da fonti rinnovabili di un fattore pari a 3 entro il 2035 e di un fattore pari a 4 entro il 2050.

L'attuazione di alcune delle misure previste dal PEC si è concretizzata con:

- Lo stanziamento di un credito quadro di 65 mio. CHF per il periodo 2011-2020 per la promozione delle energie rinnovabili, dell'efficienza energetica e per il sostegno delle attività di politica energetica dei Comuni (Decreto legislativo del 17 marzo 2011):
 - prima tranche, credito di 35 Mio CHF per il periodo 2011-2015 (Messaggio 6364, Decreto esecutivo del 12 ottobre 2011, www.ti.ch/incentivi);
 - seconda tranche, credito di 30 Mio CHF per il periodo 2016-2020 (Messaggio 7091 attualmente in fase di valutazione da parte del Gran Consiglio, entrata in vigore del Decreto esecutivo prevista per la prima metà del 2016).
- La modifica della legge sulle imposte e tasse di circolazione dei veicoli a motore, che ha portato alla definizione dell'imposta di circolazione unicamente in base alle emissioni di CO₂-eq. (Messaggio 6774, Modifica di legge del 15 ottobre 2013). Lo stanziamento di un credito quadro di 30 mio. CHF per incentivare l'acquisto di veicoli elettrici rispettivamente efficienti e la realizzazione di una rete di ricarica moderna, proposto nel medesimo messaggio, è stato invece bocciato.
- L'allestimento di un Fondo cantonale per la promozione delle energie rinnovabili (FER), che finanzia la realizzazione di impianti che producono elettricità da fonti rinnovabili, progetti di ricerca innovativi in questo settore e misure concrete adottate dai Comuni per favorire la riduzione dei consumi (Messaggio 6773, Regolamento FER del 29 aprile 2014, www.ti.ch/fer).

3 Quadro conoscitivo

3.1 Portrait del Comune

Il Comune di Terre di Pedemonte, nato nel 2012 a seguito dell'aggregazione dei tre Comuni di Cavigliano, Tegna e Verscio, è situato nel Distretto di Locarno e si sviluppa lungo l'asse cantonale e la ferrovia che portano nelle Centovalli. Il territorio del Comune è delimitato principalmente dal corso dei fiumi Isorno, Melezza, Maggia e del Riale Nocca e si estende per una superficie di 1'139 ettari. Il Comune si sviluppa per lo più nella pianura situata tra il fiume Melezza e la strada cantonale, a un'altitudine di 258 m s.l.m. La maggior parte del territorio è costituita dall'ampia e impervia zona boschiva delle Catene delle Terre di Pedemonte (1'143 m s.l.m.) e dal Monte Zuccherò (795 m s.l.m.), che sovrastano il versante nord della zona pianeggiante. A partire dagli anni settanta circa, il Comune ha conosciuto uno sviluppo di carattere residenziale legato alla vicinanza con la Città di Locarno.

Terre di Pedemonte è un Comune particolarmente sensibile e attento ai temi legati all'ambiente e all'energia. Tra le misure attuate si contano ad esempio l'allestimento di uno sportello energia rivolto ai domiciliati, che offre consulenze in ambito energetico, la realizzazione di un impianto fotovoltaico sul tetto dell'Ufficio tecnico a Cavigliano, l'edificazione della prima scuola in Svizzera certificata con lo standard MINERGIE-A®, la riorganizzazione della raccolta dei rifiuti e numerose misure di arredo urbano, soprattutto nelle zone dei nuclei. L'elaborazione del presente concetto energetico rappresenta inoltre un ulteriore passo verso l'ottenimento del marchio Città dell'energia, un riconoscimento che contraddistingue i Comuni che attuano una politica energetica sostenibile e all'avanguardia, in linea con gli obiettivi federali e cantonali in materia.

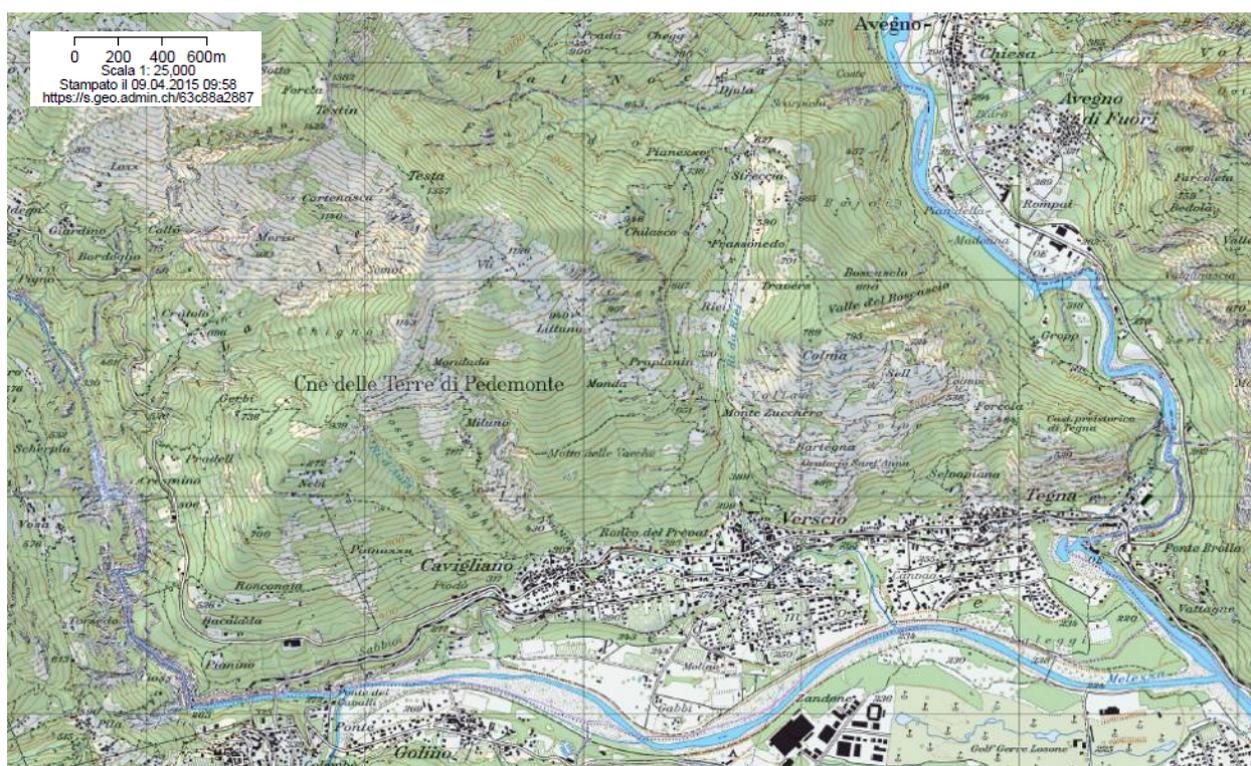


Figura 1: Territorio del Comune di Terre di Pedemonte [6].

3.2 Contesto socio-economico

Dal profilo socio-economico Terre di Pedemonte si presenta come un Comune di carattere prevalentemente residenziale, con un rapporto fra addetti equivalenti a tempo pieno (ETP)³ inferiore rispetto alla media cantonale (cfr. Tabella 2) e a quella nazionale, che si attesta a 0.55 ETP per abitante [7].

Tabella 2: Popolazione residente e addetti equivalenti a tempo pieno (ETP) [7] [8] [9].

Indicatore		Terre di Pedemonte	Canton Ticino
Popolazione		2'639	346'539
Addetti ETP	Settore primario: agricoltura	8	2'180
	Settore secondario: artigianato e industria	204	48'867
	Settore terziario: servizi	278	124'228
	Totale	490	175'275
Addetti ETP/abitante		0.2	0.5

Più della metà dei posti di lavoro, circa il 57%, si colloca nel settore terziario. Nel settore primario si trova invece meno del 2% degli ETP.

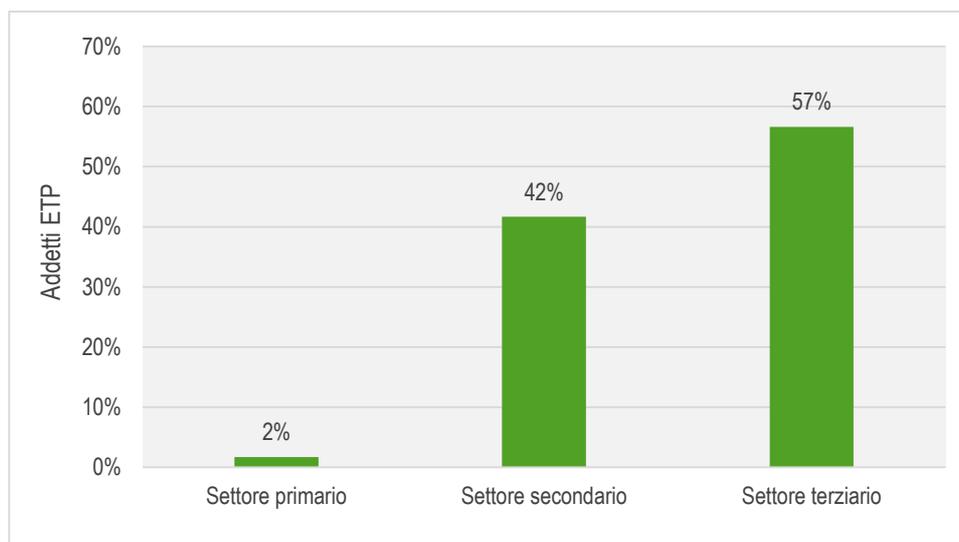


Grafico 2: Addetti equivalenti a tempo pieno (ETP) di Terre di Pedemonte, suddivisi per settore economico.

È in questo ambito importante sottolineare che la struttura economica di un Comune influenza in modo determinante i consumi imputabili al suo territorio: Comuni con un grado di occupazione elevato, sul cui territorio sono quindi presenti più aziende, commerci e/o industrie, presentano tendenzialmente un consumo di energia maggiore rispetto a quelli di carattere prevalentemente residenziale.

³ Gli addetti in equivalenti a tempo pieno risultano dalla conversione del volume di lavoro (misurato in termini di addetti o di ore di lavoro) in impieghi a tempo pieno. Il numero di addetti in equivalenti a tempo pieno corrisponde al totale delle ore di lavoro prestate, diviso per la media annua delle ore di lavoro di un'occupazione a tempo pieno.

3.3 Edifici

In base ai dati del Registro degli edifici e delle abitazioni (REA, stato 26.05.2015), il parco edifici di Terre di Pedemonte è composto da un totale di 1'293 stabili [10]. Per poter inquadrare la situazione del parco edifici comunale e svolgere poi il bilancio dei consumi di energia termica (cfr. cap. 4.1), i dati contenuti nel REA (cfr. Figura 2) sono stati verificati, corretti e completati, facendo riferimento al numero federale dell'edificio e/o al mappale, attraverso il confronto con differenti fonti di dati più precise e come indicato nella figura sottostante.

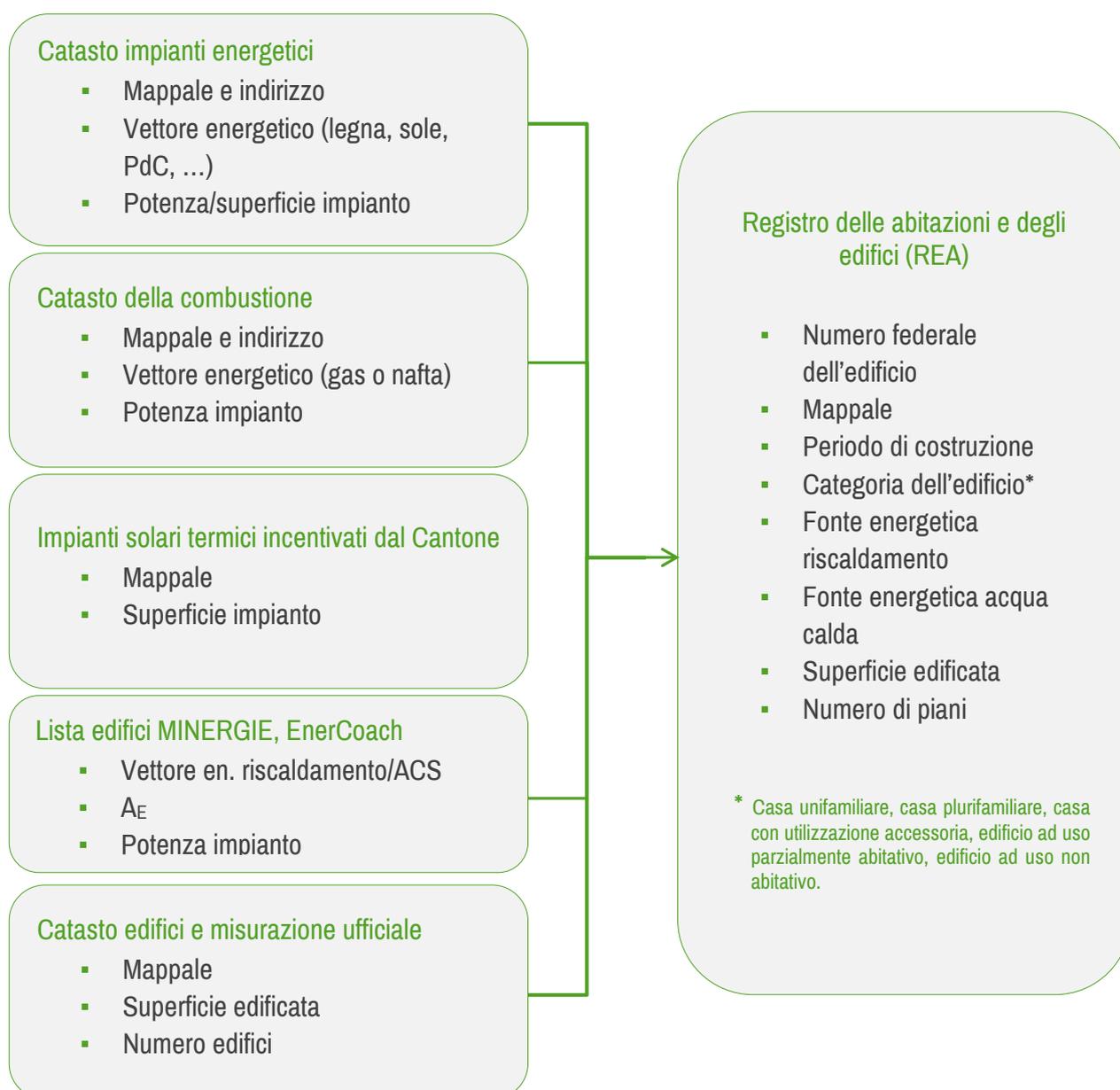


Figura 2: Fonti di dati utilizzate per correggere e completare i dati contenuti nel REA.

Questa analisi ha permesso di caratterizzare ogni edificio in base alla categoria SIA di appartenenza, di completare i dati riferiti ai vettori energetici impiegati per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria⁴ e di correggere le superfici, aspetti come già accennato fondamentali anche per la successiva stima dei consumi di energia termica del parco edifici (cfr. cap. 4.1).

Da un'analisi dei dati revisionati del REA è confermato il carattere prevalentemente residenziale del Comune di Terre di Pedemonte, già appurato nel capitolo 3.2. Gli edifici abitativi⁵ costituiscono a Terre di Pedemonte circa il 93% del parco edifici esistente, fra questi la tipologia monofamiliare risulta predominante rispetto a quella plurifamiliare (Grafico 3).

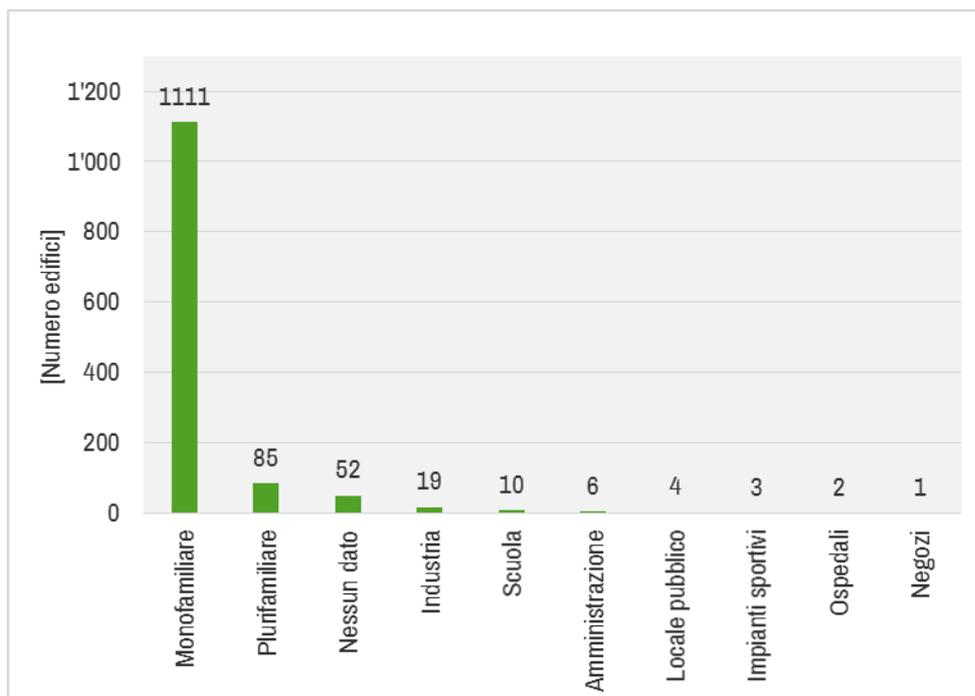


Grafico 3: Parco edifici suddiviso per tipologia di costruzione.

In base alle statistiche risulta che in Svizzera la maggior parte degli edifici è stata costruita prima del 1975 [11] e Terre di Pedemonte, con il 60% circa di edifici costruiti prima del 1971, è in linea con la situazione nazionale. Dai dati riportati nel Grafico 4 risulta inoltre che più del 78% del parco edifici di Terre di Pedemonte risale a un'epoca di costruzione precedente l'entrata in vigore delle prime prescrizioni energetiche per gli edifici a livello cantonale, avvenuta nel 1992 [5].

⁴ Non è stato possibile utilizzare i dati forniti dalla SES, poiché privi di riferimento al mappale o all'edificio. Tali dati, di carattere globale, sono stati impiegati per verificare la plausibilità dei risultati del bilancio energetico (cfr. cap. 4.1).

⁵ Sono qui inclusi anche gli edifici considerati come prevalentemente abitativi, dove si trovano ad esempio un negozio o alcuni uffici ma di carattere principalmente residenziale.

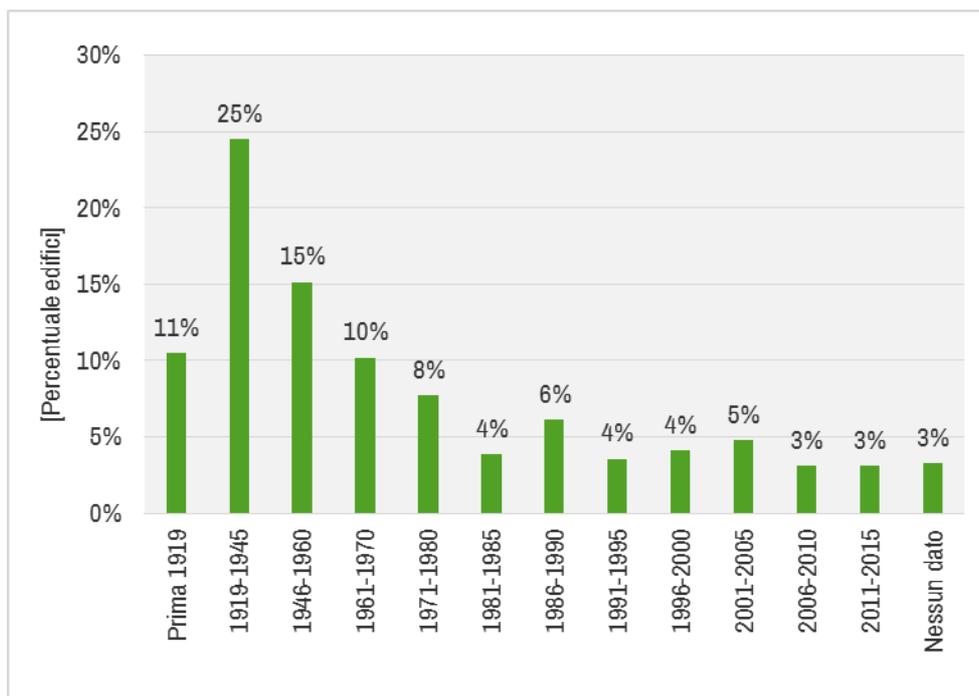


Grafico 4: Parco edifici di Terre di Pedemonte, suddiviso per epoca di costruzione.

I vettori energetici maggiormente impiegati per **riscaldare** gli edifici sono l'elettricità e l'olio combustibile (28% risp. 27%), seguiti da pompa di calore (16%) e legna (13%). GPL e gas (sul territorio non vi è la rete di distribuzione) sono invece impiegati in una quota molto marginale degli edifici. Malgrado l'incrocio di differenti fonti di dati, come indicato nel Grafico 5, per il 15% circa degli edifici non è stato possibile definire il vettore energetico di riscaldamento ("Altre fonti" e "Nessun dato disponibile").

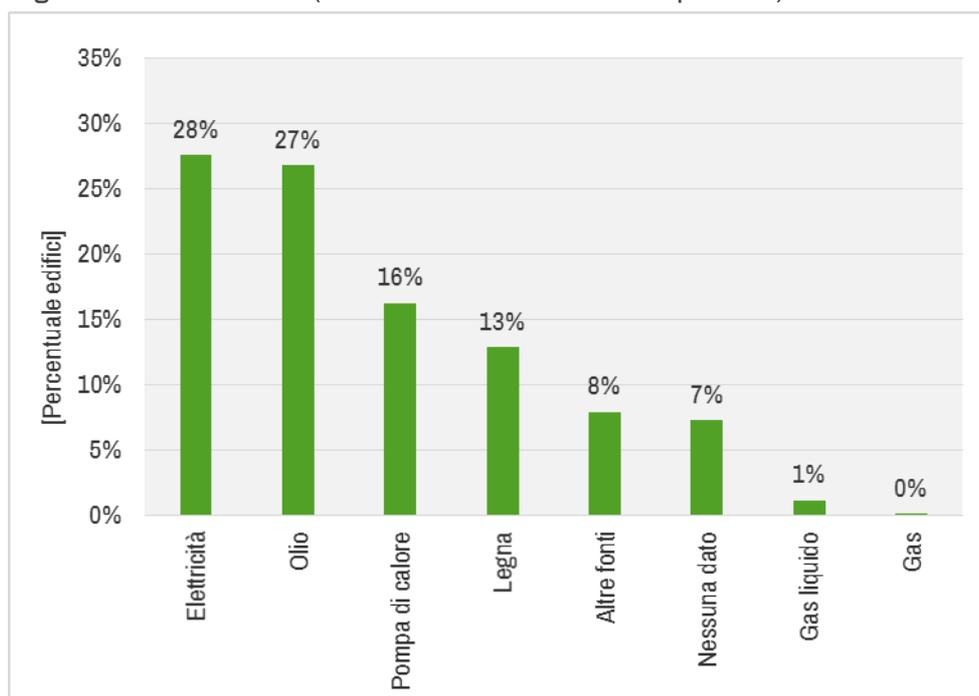


Grafico 5: Parco edifici di Terre di Pedemonte, suddiviso per vettore energetico di riscaldamento principale.

Il 52% degli edifici utilizza, quale vettore energetico per la produzione dell'acqua calda sanitaria, l'elettricità, seguito dall'11% che la produce con olio combustibile, dal 9% con collettori solari e dal 5% che è dotato di una pompa di calore. Gli altri vettori energetici sono invece impiegati in una quota marginale degli edifici. Malgrado l'incrocio di differenti fonti di dati per il 22% circa degli edifici non è stato possibile definire il vettore energetico per la produzione dell'acqua calda sanitaria ("Altre fonti" e "Nessun dato disponibile").

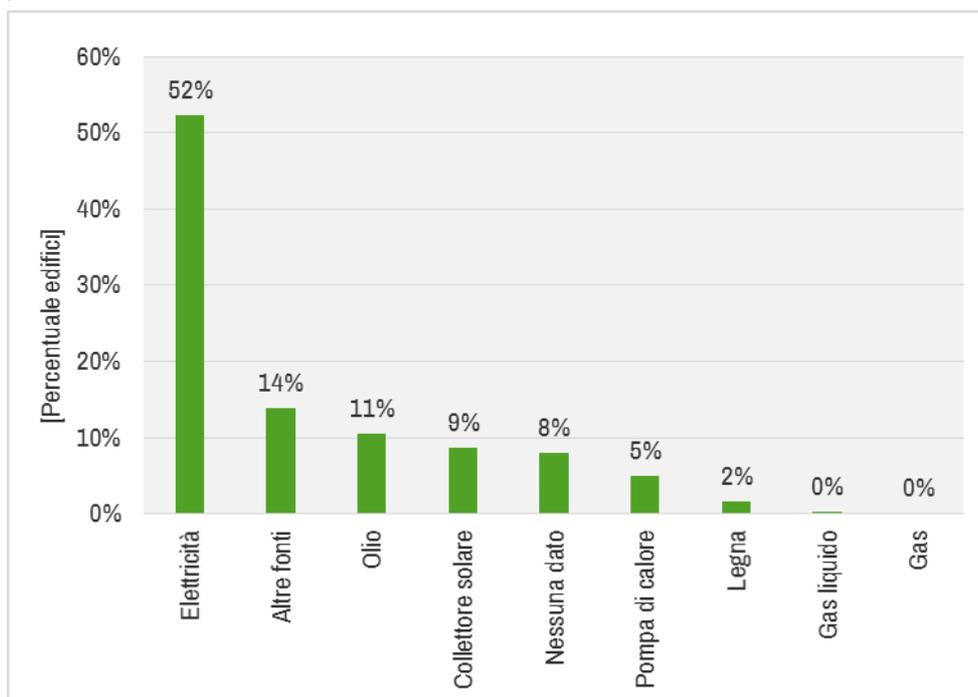


Grafico 6: Parco edifici di Terre di Pedemonte, suddiviso per vettore energetico di produzione dell'acqua calda sanitaria.

I dati indicano che l'elettricità è il vettore energetico maggiormente impiegato nel parco edifici di Terre di Pedemonte sia per il riscaldamento sia per la produzione di acqua calda sanitaria, seguito per importanza dall'olio combustibile.

Il dettaglio della distribuzione dei vettori energetici sul territorio di Terre di Pedemonte è rappresentato nella tavola "I. Vettori energetici", mentre in quella "II. Impianti a combustione" sono rappresentati gli impianti a combustione in funzione della potenza (II. A) rispettivamente dell'anno di installazione (II.B) (cfr. cap. 10).

3.4 Mobilità

Il parco veicoli di Terre di Pedemonte è oggi⁶ costituito da un totale di 2'267 veicoli, il 71% circa dei quali sono autoveicoli, seguiti dal 18% circa di motoveicoli e dal 9% circa di autofurgoni e autocarri. Le altre tipologie di veicolo a motore costituiscono solo il 2% del parco veicoli globale.

Tabella 3: Parco dei veicoli stradali di Terre di Pedemonte suddiviso per tipologia di veicoli a motore [12].

Tipologia di veicolo	Numero	%
Automobile, Autoveicolo leggero	1'613	71.2
Motoveicolo, Moto leggera, Motoveicolo a 3 ruote	415	18.3
Autocarri, Autofurgoni, Autoveicoli pesanti	193	8.5
Carro di lavoro	17	0.7
Carro motore agricolo, Monoasse agricolo, Trattore agricolo	17	0.7
Carro con motore	5	0.2
Macchina semovente	3	0.1
Furgoncini	2	0.1
Quadriciclo a motore	1	0.0
Slitta a motore	1	0.0
Totale	2'267	100.0

A Terre di Pedemonte il 75% circa dei veicoli è a benzina, seguito da un 24% circa alimentato a diesel. Il restante 1.5% è costituito da veicoli con altri sistemi di trazione.

Tabella 4: Parco dei veicoli stradali di Terre di Pedemonte suddiviso per tipologia di carburante risp. sistema di trazione [12].

Tipologia di carburante / sistema di trazione	Numero	%
Benzina	1'694	74.7
Diesel	538	23.7
Benzina ibrido ⁷	26	1.1
Elettrico	9	0.4
Totale	2'267	100.0

Per la categoria di veicoli “Automobile, Autoveicolo leggero”, un confronto dei dati comunali con quelli cantonali e federali (cfr. Tabella 5) indica che, per quanto concerne la tipologia di carburante risp. il sistema di trazione, Terre di Pedemonte è in linea con la media sia ticinese, sia svizzera (differenze inferiori o uguali al 5%). Il tasso di motorizzazione del Comune di Terre di Pedemonte risulta in linea con il valore riscontrato a livello cantonale (-3%) e maggiore del 13% rispetto a quello federale.

⁶ Non è stato purtroppo possibile risalire al dato del 31.12.2014. Questo valore è del mese di marzo 2015. È tuttavia lecito ipotizzare che in tre mesi il parco veicoli di Terre di Pedemonte non abbia subito cambiamenti significativi.

⁷ I veicoli ibridi attualmente in circolazione - a Terre di Pedemonte in totale 26 risp. l'1.1% - non si caricano tramite allacciamento alla rete: producono elettricità in frenata e consentono di ridurre il consumo di carburante di circa il 30% (fonte: Energy Science Center ETHZ, Fabrizio Noembrini). Vengono in seguito conteggiati come alimentati a benzina.

Tabella 5: Confronto dei dati principali della tipologia di veicolo “Automobile, Autoveicolo leggero” di Terre di Pedemonte con quelli a livello cantonale e federale [12] [13].

Carburante/ sistema di trazione	Terre di Pedemonte		Cantone Ticino		Svizzera	
	Numero	%	Numero	%	Numero	%
Benzina	1'213	75	156'456	71	3'201'710	73
Diesel	369	23	59'268	27	1'123'676	26
Benzina ibrido	26	2	2'128	1	38'839	1
Diesel ibrido	0	0	102	0	2'319	0
Elettrico	5	0	247	0	4'439	0
Altro	0	0	638	0	13'507	0
Totale	1'613	100	218'839	100	4'384'490	100
Tasso di motorizzazione ⁸	0.61	---	0.63	---	0.54	---

L'elevato tasso di motorizzazione del Comune di Terre di Pedemonte rispetto al valore nazionale non sorprende, il Ticino è infatti il Cantone con il più alto tasso di motorizzazione in Svizzera [14]. La qualità dell'allacciamento alla rete di trasporto pubblico influenza in modo determinante il comportamento della popolazione in ambito di mobilità: minore è la qualità di allacciamento, maggiore è l'impiego di veicoli motorizzati privati. Come illustrato in Figura 3, le zone abitate del Comune di Terre di Pedemonte si situano per la maggior parte nella classe D “allacciamento scarso” oppure addirittura in nessuna classe (allacciamento marginale o inesistente). Soltanto una piccola porzione della frazione di Tegna si trova nella classe C “allacciamento mediocre” [15].

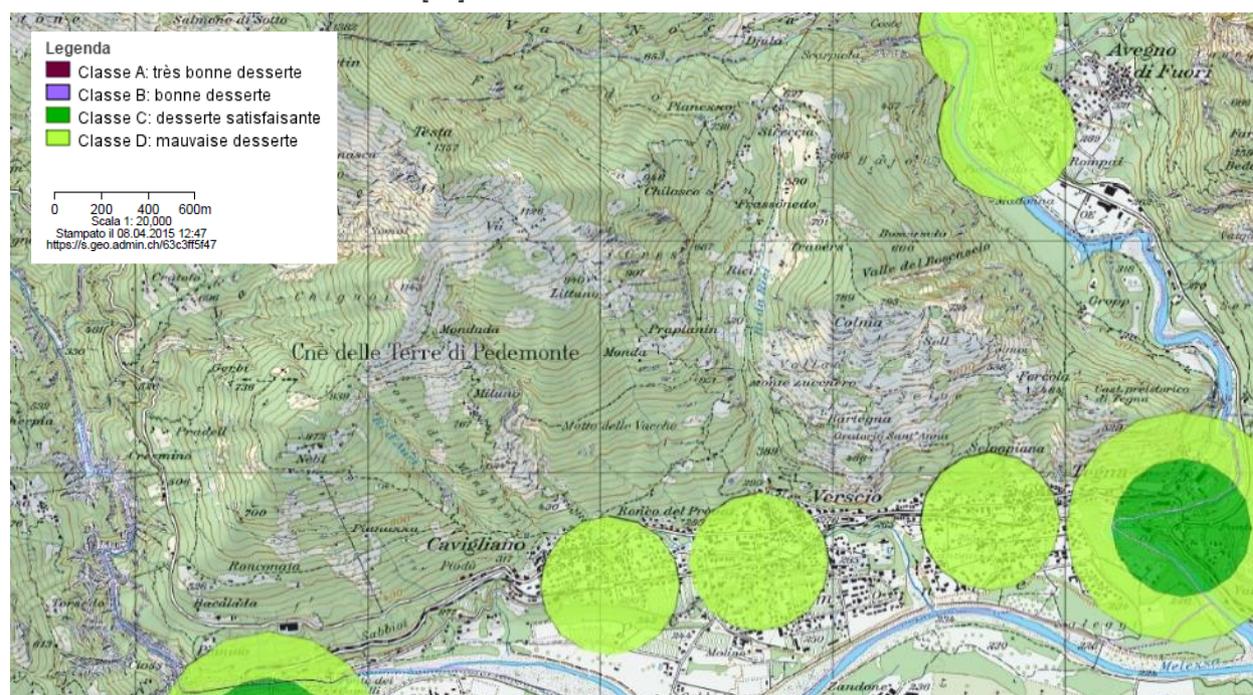


Figura 3: Qualità dell'allacciamento del trasporto pubblico del Comune di Terre di Pedemonte [15].

⁸ Il tasso di motorizzazione è definito come il rapporto tra il numero di veicoli della tipologia “Automobili, Autoveicoli leggeri” e quello di abitanti.

4 Bilancio energetico comunale

4.1 Energia termica

La stima del consumo di energia termica per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria è stata svolta conformemente al concetto di bilancio della Società a 2000 Watt [16], con un approccio bottom-up e in base al principio di territorialità, che considera i consumi di calore riferiti al territorio comunale. La stima del consumo del parco edifici di Terre di Pedemonte, suddiviso per vettore energetico, è stata realizzata sulla base dei dati corretti e completati del REA (cfr. Figura 2).

4.1.1 Stima del consumo di energia termica per il riscaldamento

Per la definizione del consumo di energia termica per il riscaldamento sono stati utilizzati differenti approcci in base alla tipologia di vettore energetico e di dato disponibile, descritti nella Tabella 6.

Tabella 6: Approcci per la definizione del consumo di energia termica per il riscaldamento in base al vettore energetico e ai dati disponibili.

Vettore energetico riscaldamento	Definizione del consumo di energia termica per il riscaldamento	Osservazioni
Olio combustibile Gas / GPL	Definizione in base alla potenza dell'impianto (dato catasto impianti combustione): $Energia\ termica_{(RISC)} [kWh] = Potenza [kW] * 1'300 [h]$	
Legna	Definizione in base alla quantità di legna bruciata (dato catasto impianti a legna): $Energia\ termica_{(RISC)} [kWh] = Quantità\ legna [kg] * potere\ calorifico [kWh/kg]$	Per impianti adibiti sia al riscaldamento dell'edificio sia alla produzione di acqua calda, la parte di consumo relativa a quest'ultima è sottratta.
	Se quantità di legna bruciata non disponibile, definizione in base alla potenza dell'impianto (dato catasto impianti a legna): $Energia\ termica_{(RISC)} [kWh] = Potenza [kW] * 1'300 [h]$	
	Se quantità di legna bruciata e potenza impianto non disponibili, definizione in base alla superficie di riferimento energetico e all'indice energetico relativo all'epoca di costruzione dell'edificio (cfr. Grafico 7): $Energia\ termica_{(RISC)} [kWh] = A_E [m^2] * IE_{RISC} [kWh/m^2]$	
Pompa di calore Elettricità Altre fonti	Definizione in base alla superficie di riferimento energetico e all'indice energetico relativo all'epoca di costruzione dell'edificio (cfr. Grafico 7): $Energia\ termica_{(RISC)} [kWh] = A_E [m^2] * IE_{RISC} [kWh/m^2]$	Superficie di riferimento energetico (A_E) estrapolata dalla lista edifici MINERGIE, da EnerCoach per gli edifici comunali oppure, quando non disponibile, stimata in base alla seguente formula (dati REA): $A_E = superficie\ edificata * nr.\ piani$

Il consumo di energia termica per il riscaldamento degli edifici è in seguito stato corretto applicando specifici fattori di riduzione in considerazione degli aspetti riassunti nella Tabella 7.

Tabella 7: Fattori di riduzione del consumo di energia termica per il riscaldamento degli edifici.

Riduzione	Fattore riduzione	Destinatari	Descrizione
Case secondarie	0.73	Tutti gli edifici mono- e plurifamiliari, esclusi quelli riscaldati a legna per i quali è disponibile il dato relativo alla quantità di legna bruciata.	<p>Il 32% degli edifici residenziali presenti sul territorio sono di carattere secondario e non sono quindi occupati in modo permanente. Al 32% del consumo per il riscaldamento degli edifici residenziali è stata applicata una riduzione dell'85%, che rispecchia un'occupazione dell'edificio secondario pari a due weekend al mese e due settimane a Natale e in estate [17].</p> <p>Fattore riduzione (USO STAG.) = $0.32 * 0.15 + 0.68 * 1 = 0.73$</p>
Superficie di riferimento energetico (A _E)	0.80	Tutti gli edifici, tranne quelli per i quali la A _E è ricavata dalla lista MINERGIE oppure da EnerCoach.	<p>Non tutti i locali di un edificio, pur facendo parte dell'involucro termico, sono necessariamente riscaldati o riscaldati sull'arco dell'intera giornata (comportamento). Inoltre, la maggior parte degli edifici costruiti prima del 2000 è già stata sottoposta a interventi di manutenzione o di risanamento energetico e/o sostituzione dei generatori di calore. È stata quindi stimata una riduzione del consumo per il riscaldamento pari al 20%.</p> <p>Fattore riduzione (A_E) = $1 - 0.20 = 0.80$</p>
Riscaldamento elettrico	0.76	Tutti gli edifici con riscaldamento elettrico.	<p>Spesso gli edifici dotati di riscaldamento elettrico sono riscaldati a temperature inferiori alla media. Stima: temperatura di 4°C inferiore, riduzione del consumo di energia per il riscaldamento pari al 6% per ogni grado in meno [18].</p> <p>Fattore riduzione (RISC. EL.) = $1 - (0.06 * 4) = 0.76$</p>

La plausibilità delle riduzioni applicate al consumo di energia termica per il riscaldamento è attestata da un'analisi di confronto fra i consumi di elettricità forniti dalla Società Elettrica Sopracenerina (SES) e i consumi di elettricità per il riscaldamento stimati attraverso il procedimento sopra descritto: il consumo di energia elettrica per economia domestica imputabile agli apparecchi e all'illuminazione risulta infatti in linea con la media nazionale (cfr. cap. 4.2).

Per gli edifici che non disponevano di indicazioni chiare in merito al vettore energetico impiegato per il riscaldamento (circa il 15%, cfr. Grafico 5), si è partiti dall'ipotesi che la suddivisione dei vettori energetici rispecchi quella riscontrata a livello comunale e sono quindi state ridistribuite le quote riferite al numero di edifici suddiviso per vettore energetico di riscaldamento senza tenere conto delle voci "Altre fonti" e "Nessun dato disponibile".

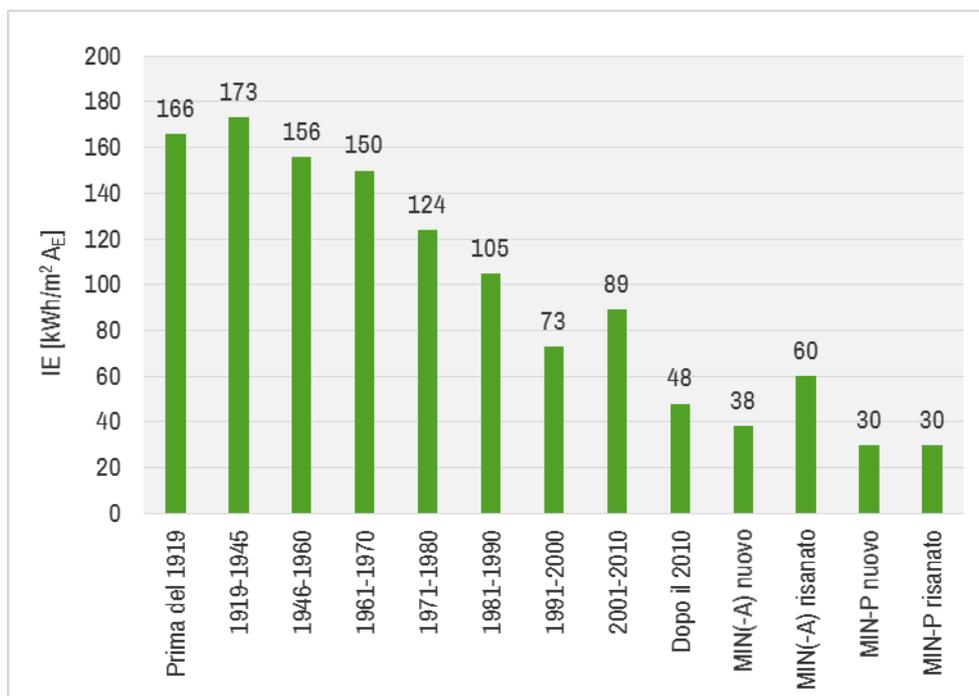


Grafico 7: Fabbisogno annuo di energia termica totale (IE) riferito agli edifici residenziali in Canton Ticino, suddiviso per epoca di costruzione [19]. L'indice include sia l'energia necessaria al riscaldamento dell'edificio, sia quella per la produzione di acqua calda sanitaria.

4.1.2 Stima del consumo di energia termica per l'acqua calda sanitaria

L'approccio utilizzato per la definizione del consumo di energia per la produzione di acqua calda sanitaria è riportato nella Tabella 8.

Tabella 8: Approccio per la definizione del consumo di energia termica per l'acqua calda sanitaria.

Vettore energetico ACS	Definizione del consumo di energia termica per l'ACS	Osservazioni
Olio combustibile Gas / GPL Legna Collettore solare Pompa di calore Elettricità Altre fonti	Definizione in base alla categoria SIA dell'edificio e al rispettivo indice di fabbisogno termico annuale per l'acqua calda ($IE_{(ACS)}$, cfr. Tabella 9): $Energia\ termica\ (ACS)\ [kWh] = A_E\ [m^2] * IE_{(ACS)}$ (Norma SIA) $[kWh/m^2]$	Superficie di riferimento energetico (A_E) estrapolata dalla lista edifici MINERGIE, da EnerCoach per gli edifici comunali oppure, quando non disponibile, stimata in base alla seguente formula (dati REA): $A_E = superficie\ edificata * nr.\ piani$

Il consumo di energia termica per l'acqua calda sanitaria è stato corretto applicando a tutti gli edifici il fattore di riduzione per la superficie di riferimento energetico (0.80) e agli edifici residenziali la riduzione relativa all'uso stagionale, pari a 0.73 (cfr. Tabella 7).

La plausibilità della riduzione applicata al consumo di energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria è attestata da un'analisi di confronto fra i consumi di elettricità forniti dalla Società Elettrica Sopracenerina (SES) e i consumi di elettricità per l'acqua calda stimati attraverso il procedimento sopra descritto: il consumo di energia elettrica per economia domestica imputabile agli apparecchi e all'illuminazione risulta infatti in linea con la media svizzera (cfr. 4.2).

Tabella 9: Fabbisogno termico annuale per l'acqua calda sanitaria in condizioni normali di utilizzo, suddiviso per categoria SIA di edificio [20].

Fabbisogno termico ACS	Categoria SIA dell'edificio											
	I. Abitazioni plurifamiliari	II. Abitazioni monofamiliari	III. Amministrazione	IV. Scuole	V. Negozi	VI. Ristoranti	VII. Locali pubblici	VIII. Ospedali	IX. Industrie	X. Magazzini	XI. Impianti sportivi	XII. Piscine coperte
[MJ/m ²]	75	50	25	25	25	200	50	100	25	5	300	300
[kWh/m ²]	21	14	7	7	7	56	14	28	7	1	83	83

Per gli edifici che non disponevano di indicazioni chiare in merito al vettore energetico impiegato per la produzione di acqua calda sanitaria (circa il 22%, cfr. Grafico 6), si è partiti dall'ipotesi che la suddivisione dei vettori energetici rispecchi quella riscontrata a livello comunale e sono quindi state ridistribuite le quote riferite al numero di edifici suddiviso per vettore energetico per la produzione di acqua calda sanitaria senza tenere conto delle voci "Altre fonti" e "Nessun dato disponibile".

4.1.3 Consumo di energia termica del parco edifici

Il consumo di calore del parco edifici di Terre di Pedemonte risulta dalla somma del fabbisogno di energia termica per il riscaldamento con quello per l'acqua calda sanitaria in riferimento al vettore energetico e alla tipologia di edificio e si attesta a **23'751 MWh/anno**.

Tabella 10: Consumo di energia per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria del parco edifici di Terre di Pedemonte (pubblico e privato), suddiviso per vettore energetico e categoria di utenza.

Vettore energetico	Economie domestiche [MWh]	Edifici comunali [MWh]	Commercio, servizi [MWh]	Industria, artigianato [MWh]	Totale [MWh]	Totale [%]
Gas	21	0	0	0	21	0
Gas liquido	536	0	0	0	536	2
Olio	11'147	362	441	113	12'062	51
Legna	1'401	0	69	222	1'693	7
PdC elettricità ⁹	1'054	4	2	54	1'115	5
PdC calore ambiente	2'108	8	4	108	2'229	9
Elettricità	5'346	59	123	108	5'637	24
Collettore solare	455	0	0	3	458	2
Totale [MWh]	22'069	433	640	609	23'751	---
Totale [%]	93	2	3	3	---	100

Come si può notare il 51% circa del consumo di energia termica del parco edifici comunale è coperto da olio combustibile. La **quota rinnovabile** dei vettori energetici termici (senza considerare quindi l'elettricità utilizzata a scopo di riscaldamento) rispetto al consumo globale di calore è pari al **18% circa** (4'380 MWh/anno). La medesima quota riferita esclusivamente agli stabili comunali è invece di poco inferiore al 2%. La maggior parte del consumo di energia termica (93%) per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria è imputabile alle economie domestiche, risultato che non sorprende, se si considera il carattere prevalentemente residenziale del Comune di Terre di Pedemonte. La percentuale restante è distribuita in maniera pressoché equivalente tra i settori commercio e servizi (3%), industria e artigianato (3%) ed edifici comunali (2%).

⁹ Per gli edifici riscaldati con pompa di calore è stato stimato un coefficiente di prestazione medio pari a 3: 1/3 elettricità e 2/3 calore ambiente.

4.2 Energia elettrica

La stima del consumo di energia elettrica è stata svolta conformemente al concetto di bilancio della Società a 2000 Watt [21], con un approccio bottom-up e in base al principio di territorialità, che considera i consumi di elettricità riferiti al territorio comunale. Per la valutazione fa quindi stato il consumo di energia elettrica finale e quindi la quantità totale di elettricità erogata agli utenti presenti sul territorio di Terre di Pedemonte nel 2014.

I dati di consumo, suddivisi per tipo di elettricità¹⁰ e categoria di utenza, sono stati messi a disposizione dalla Società Elettrica Sopracenerina (SES). Dato che la SES non ha potuto fornire l'etichettatura dell'elettricità 2014, questa è stata stimata facendo una media delle etichettature 2014 di AIL, AIM e AMB. Per definire la quantità delle differenti tipologie di elettricità erogate con il mix di consumo standard della SES¹¹, quest'ultimo è stato rielaborato in funzione dell'etichettatura dell'elettricità. I risultati relativi al consumo di elettricità a livello comunale, esclusa la mobilità, sono riportati in Tabella 14 e includono anche l'elettricità utilizzata per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria. La **quota rinnovabile** dell'elettricità consumata dagli utenti di Terre di Pedemonte nel 2014 si attesta, globalmente, all'**87% circa**. Nel 2014 il consumo totale di energia elettrica finale riferito al territorio di Terre di Pedemonte si attesta a **13'260 MWh** rispettivamente, considerando i 2'639 abitanti, **5'025 kWh pro capite**. Se a questo consumo di elettricità si aggiunge quello stimato per la mobilità e pari a 2'495 MWh/a (cfr. Tabella 17) il consumo totale si situa a **15'755 MWh** rispettivamente **5'970 kWh pro capite**. Come già appurato per l'energia termica, la maggior parte del consumo di energia elettrica, anche se in modo meno incisivo rispetto a quanto riscontrato per il calore (74% ca.), è imputabile alle economie domestiche. Seguono il commercio e i servizi con le medie imprese (24% ca.) e gli edifici di proprietà comunale e l'illuminazione pubblica (2% ca.).

Sottraendo la quantità stimata di energia elettrica impiegata a scopo di riscaldamento (cfr. Tabella 10) ai dati di consumo globali forniti dalla SES, è possibile definire il consumo di elettricità per gli apparecchi e l'illuminazione in base alla categoria di utenza.

Tabella 11: Consumo di elettricità del parco edifici di Terre di Pedemonte (illuminazione pubblica esclusa), suddiviso per scopo di utilizzo e categoria di utenza.

Scopo di utilizzo elettricità	Economie domestiche [MWh]	Commerci e industria ¹² [MWh]	Edifici comunali [MWh]	Totale [MWh]
Apparecchi e illuminazione	3'416	2'842	105	6'363
Riscaldamento elettrico	5'246	231	59	5'636
Riscaldamento con PdC	1'054	56	4	1'114
Totale consumo elettricità 2014	9'816	3'130	168	13'114

Nel 2014 per le economie domestiche risulta un fabbisogno di elettricità per apparecchi e illuminazione pari a 3'416 MWh. La bontà di questo dato è confermata da un confronto con la stima di consumo calcolata con l'ausilio dei valori medi rilevati dall'Agenzia Svizzera per l'efficienza energetica S.A.F.E. [22], che ha realizzato un sondaggio sul consumo di elettricità per apparecchi e illuminazione di 1'200 economie domestiche svizzere. Moltiplicando i valori medi di consumo per tipologia di economia domestica (in

¹⁰ Mix di consumo standard, tinatura e tiacqua.

¹¹ Differenziazione dell'elettricità in base alla produzione (idroelettrico, nucleare, solare, carbone ecc.).

¹² Include il consumo di elettricità delle categorie di utenza commercio, artigianato, servizi, medie imprese e grandi utenti.

appartamento o monofamiliare) rilevati dalla S.A.F.E. con i dati relativi alle abitazioni di Terre di Pedemonte, si ottiene un consumo di elettricità stimato pari a 5'358 MWh (cfr. Tabella 12). Questo valore deve tuttavia essere corretto al ribasso in considerazione del fatto che a Terre di Pedemonte il 32% delle abitazioni sono secondarie e caratterizzate quindi da un consumo di elettricità inferiore alla media. Non disponendo di dati più precisi, in questo ambito è stata adottata l'ipotesi che la metà delle case secondarie sono appartamenti e l'altra metà case monofamiliari¹³. Applicando conseguentemente la riduzione, il consumo totale delle economie domestiche riferito a Terre di Pedemonte e stimato attraverso i consumi medi per economia domestica della S.A.F.E. risulta pari a 3'901 MWh.

Con una differenza del 12%, si può affermare che questo risultato è in linea con quello calcolato sottraendo ai dati di consumo forniti dalla SES i consumi di elettricità per il riscaldamento (cfr. cap. 4.1) e pari a 3'416 MWh e che l'approccio utilizzato per definire il consumo di energia termica del parco edifici comunale ha portato a dei risultati plausibili.

Tabella 12: Stima del fabbisogno di elettricità per illuminazione e apparecchi delle economie domestiche di Terre di Pedemonte con i dati medi dell'Agenzia svizzera per l'efficienza energetica S.A.F.E. [22] corretti in base alla quota di case secondarie.

Abitazioni plurifamiliari	
Numero di appartamenti in abitazioni plurifamiliari a Terre di Pedemonte (dato REA)	359
Media S.A.F.E. appartamento in plurifamiliare	2'625 kWh
Stima consumo appartamenti in plurifamiliare	942 MWh
Riduzione del 85% sul 32% degli appartamenti (riduzione case secondarie)	686 MWh
Abitazioni monofamiliari	
Numero di appartamenti in abitazioni monofamiliari a Terre di Pedemonte (dato REA)	1'111
Media S.A.F.E. monofamiliari	3'975 kWh
Stima consumo monofamiliari	4'416 MWh
Riduzione del 85% sul 32% delle case monofamiliari (riduzione case secondarie)	3'215 MWh
Stima consumo totale illuminazione e apparecchi in base alla media S.A.F.E. con riduzione case secondarie	3'901 MWh
Stima consumo totale illuminazione e apparecchi sottraendo ai dati della SES il consumo di elettricità stimato per il riscaldamento (cfr. Tabella 11)	3'416 MWh
Differenza	12%

Un'ulteriore conferma della bontà delle ipotesi adottate è data da un confronto del consumo di elettricità imputabile alle pompe di calore, stimato attraverso l'ausilio degli indici energetici (cfr. Tabella 10), e il dato globale relativo alla potenza elettrica delle pompe di calore installate a Terre di Pedemonte nel 2014 fornito dalla SES.

¹³ Al 32% del consumo di elettricità imputabile agli appartamenti risp. agli edifici monofamiliari è stata applicata una riduzione dell'85%, che rispecchia un'occupazione dell'edificio secondario pari a due weekend al mese e due settimane a natale e in estate [17].

Tabella 13: Confronto fra la potenza elettrica delle PdC fornita dalla SES e quella stimata partendo dal consumo elettrico degli edifici stimato con gli indici energetici.

Descrizione dato	Valore
Potenza elettrica installata PdC (dato SES, 2014)	918 kW _{el.}
Consumo elettrico PdC stimato con gli indici	1'115 MWh
Potenza elettrica PdC stimata	1'144 kW _{el.}
Differenza dato SES vs. potenza stimata	20%

Anche in questo caso si può affermare che, con una differenza $\leq 20\%$, la potenza elettrica delle pompe di calore stimata attraverso gli indici di consumo è in linea con quella fornita dalla SES e che l'approccio utilizzato per definire il consumo di energia termica del parco edifici comunale ha portato a dei risultati plausibili.

Tabella 14: Consumo di energia elettrica finale suddiviso per categoria di utenza e tipologia di elettricità (mobilità esclusa, riscaldamento e ACS inclusi).

		Etichettatura elettricità [%]	Economie domestiche [MWh]	Commercio, artigianato, servizi [MWh]	Edifici comunali [MWh]	Illuminazione pubblica [MWh]	Medie imprese [MWh]	Grandi utenti (>1 GWh) [MWh]	Totale [MWh]	
Mix di base SES (media etichettatura AIL, AIM, AMB 2014)		100.0	1'199	2'338	168	146	784	0	4'635	
Energie rinnovabili		56.8	681	1'328	95	83	445	0	2'633	
Di cui:	Forza idrica	52.9	634	1'236	89	77	415	0	2'451	
	Solare	0.5	6	11	1	1	4	0	23	
	Eolica	0.1	1	1	0	0	0	0	2	
	Biomassa	0.4	5	9	1	1	3	0	18	
	Geotermia	0.0	0	0	0	0	0	0	0	
	Elettricità con misure di promozione	3.0	36	70	5	4	24	0	139	
	Di cui:	Forza idrica	1.4	17	32	2	2	11	0	64
		Solare	0.4	5	9	1	1	3	0	18
Eolica		0.1	1	2	0	0	1	0	4	
Biomassa		1.1	14	27	2	2	9	0	53	
Energie non rinnovabili		21.4	256	499	36	31	167	0	990	
Di cui:	Nucleare	21.4	256	499	36	31	167	0	990	
	Petrolio	0.0	0	0	0	0	0	0	0	
	Gas naturale	0.0	0	0	0	0	0	0	0	
	Carbone	0.0	0	0	0	0	0	0	0	
Rifiuti		1.7	21	41	3	3	14	0	80	
Vettori energetici non omologabili		20.1	241	470	34	29	158	0	931	
Di cui:	Forza idrica	3.6	43	84	6	5	28	0	166	
	Nucleare	5.2	62	122	9	8	41	0	241	
	Carbone	5.5	66	128	9	8	43	0	254	
	Gas naturale	2.8	33	65	5	4	22	0	129	
	Olio	0.5	6	11	1	1	4	0	21	
	Eolica	1.3	16	31	2	2	11	0	62	
	Solare	0.5	6	11	1	1	4	0	22	
	Biomassa	0.7	8	16	1	1	5	0	32	
	Altro	0.1	1	1	0	0	0	0	3	
tinaura		100.0	26	8	0	0	0	0	34	
Energie rinnovabili		100.0	26	8	0	0	0	0	34	
Di cui:	Forza idrica (CH)	70.0	18	6	0	0	0	0	24	
	Eolica (CH)	30.0	8	2	0	0	0	0	10	
tiacqua		100.0	8'591	0	0	0	0	0	8'591	
Energie rinnovabili		100.0	8'591	0	0	0	0	0	8'591	
Di cui:	Forza idrica (TI)	95.0	8'161	0	0	0	0	0	8'161	
	Forza idrica (CH)	2.5	215	0	0	0	0	0	215	
	Eolica (CH)	0.8	72	0	0	0	0	0	72	
	Biomassa (CH)	0.8	72	0	0	0	0	0	72	
	Solare (CH)	0.8	72	0	0	0	0	0	72	
Totale consumo elettricità 2014 [MWh]		---	9'816	2'346	168	146	784	0	13'260	
Totale consumo elettricità 2014 [%]		---	74	18	1	1	6	0	100	

4.3 Energia per la mobilità

La stima del consumo di energia per la mobilità è stata svolta conformemente al concetto di bilancio della Società a 2000 Watt [21] con un approccio top-down e in base al principio di causalità, che considera i consumi generati dalla popolazione di Terre di Pedemonte dentro e fuori il territorio comunale.

Per ogni abitante della Svizzera è definito un consumo medio di energia primaria¹⁴ per il traffico motorizzato espresso in potenza continua pari a 1'220 watt pro capite. Tale consumo è poi corretto in base alla tipologia di Comune, come riportato in Tabella 15.

Tabella 15: Variazione dei consumi per la mobilità in base alla tipologia di Comune [21].

Tipologia di Comune	In rapporto alla media svizzera [%]	Energia primaria per abitante [W]
Media svizzera	100	1'220
Agglomerati urbani/città isolate	70	854
Altri agglomerati	105	1'269
Comuni di campagna	125	1'537

Per Terre di Pedemonte è stato quindi definito un consumo di energia primaria per il traffico motorizzato espresso in potenza continua pari a 1'269 watt pro capite rispettivamente, considerando i 2'639 abitanti del Comune, a 29'336 MWh all'anno. A questo importo sono poi stati aggiunti 140 watt pro capite, rispettivamente 3'236 MWh annui, per gli spostamenti in treno e 260 watt pro capite, rispettivamente 6'011 MWh annui, per gli spostamenti in aeroplano. Come rappresentato in Tabella 16, per Terre di Pedemonte il consumo totale di **energia primaria** imputabile alla mobilità è così stimato a **38'583 MWh all'anno**.

Tabella 16: Approccio top-down per la stima di consumo di energia primaria per la mobilità.

Tipologia di consumo	watt/abitante	MWh/anno ¹⁵	%
Consumo traffico motorizzato	1'269	29'336	76
Consumo traffico ferroviario	140	3'236	8
Consumo aereo	260	6'011	16
Consumo totale di energia primaria mobilità	1'680	38'583	100

I valori di consumo di energia primaria per il traffico motorizzato sono stati suddivisi in base alla quota di veicoli per tipologia di carburante, rispettivamente sistema di trazione (cfr. Tabella 4). Con l'ausilio dei fattori di conversione dell'energia finale in energia primaria¹⁶ [23] è poi stato definito, in base alla formula riportata di seguito, il consumo di energia finale per vettore energetico imputabile alla mobilità.

¹⁴ Energia primaria: include l'energia finale e l'energia necessaria per ottenere, trasformare, raffinare, trasportare e distribuire l'energia all'edificio o al veicolo che la consuma. Energia finale: energia netta erogata ai consumatori sotto forma di vettore energetico [21].

¹⁵ Il consumo espresso in MWh all'anno è ottenuto moltiplicando il consumo in watt pro capite (trasformato in MW/abitante) per il numero di abitanti di Terre di Pedemonte (2'639 ab.) e per il numero di ore di un anno (365*24 = 8'760 h).

¹⁶ Il fattore di energia primaria è il rapporto fra la quantità di energia primaria necessaria a fornire una determinata quantità di energia finale e l'energia finale fornita.

Calcolo dell'energia finale (EF) con i fattori di conversione (f_{EP}) dell'energia finale (EF) in energia primaria:

$$EF = \frac{EP * Hu/Ho^{17}}{f_{EP}}$$

Tabella 17: Fabbisogno di energia primaria e finale per la mobilità suddiviso per vettore energetico.

Vettore energetico	Energia primaria (MWh/a)	Fattore di conversione (MWh _{prim} /MWh _{fin})	Hu/Ho	Energia finale (MWh/a)
Benzina	21'921	1.29	0.93	15'804
Diesel	6'962	1.22	0.94	5'364
Benzina ibrido	336	1.29	0.93	243
Elettrico ¹⁸	116	1.54	1.00	76
Cherosene	6'011	1.19	0.94	4'748
Elettricità FFS ¹⁹	3'236	1.34	---	2'419
Totale	38'583	---	---	28'653

Il fabbisogno totale di **energia finale** per la mobilità è stimato, per Terre di Pedemonte, a **28'653 MWh/a**, di cui il 76% circa imputabile al traffico motorizzato. Questo risultato è in linea con i valori medi cantonali, secondo i quali il 77% della domanda di trasporto giornaliera espressa in km viene soddisfatta, in Ticino, dai mezzi di trasporto individuali motorizzati [24].

4.4 Consumo globale: energia finale

Il consumo globale di energia finale riferito al Comune di Terre di Pedemonte risulta dalla somma di tutti i consumi individuati a livello comunale per i settori energia termica ed energia elettrica e mobilità. Come indicato in Tabella 19 e Figura 4, per il 2014 questo si situa a **58'913 MWh**.

Il 49% del consumo globale è imputabile alla mobilità, il 40% al riscaldamento e alla produzione di acqua calda sanitaria per il parco edifici e l'11% circa all'illuminazione e agli apparecchi. La maggior parte del consumo globale di energia è imputabile alla categoria di utenza "economie domestiche" (43%). Questo risultato non sorprende, se si considera il carattere prevalentemente residenziale del Comune di Terre di Pedemonte (cfr. cap. 3.1).

I vettori energetici che maggiormente emergono analizzando i dati riportati in Tabella 19 sono l'elettricità per il riscaldamento, l'illuminazione e gli apparecchi e la mobilità (in totale 15'755 MWh risp. 27%, esclusa la mobilità 13'261 MWh risp. 23%), la benzina (27%) e l'olio combustibile (21%). Considerando la quantità di elettricità rinnovabile contenuta nel mix di consumo di energia elettrica e pari a 11'540 MWh (cfr. Tabella 14 e Tabella 17), **la quota rinnovabile riferita al consumo globale di energia (termica ed elettrica) si attesta al 31% circa** (cfr. Tabella 18).

¹⁷ Correzione in base al rapporto fra potere calorifico inferiore (H_u) e superiore (H_o) del combustibile considerato. La correzione è applicata solo ai combustibili e ai carburanti [23].

¹⁸ Elettricità per la mobilità elettrica, mix di base SES. Dato che la SES non ha potuto fornire l'etichettatura dell'elettricità 2014, il mix di base è stato stimato facendo una media delle etichettature 2014 di AIL, AIM e AMB.

¹⁹ Elettricità di trazione FFS, 100% idroelettrico [64].

Tabella 18: Quota rinnovabile rispetto al consumo globale di energia del Comune di Terre di Pedemonte nel 2014.

Vettore energetico rinnovabile	Consumo [MWh]	Consumo [%]
Calore ambiente	2'229	3.8
Collettore solare	458	0.8
Elettricità rinnovabile	14'007	23.8
Legna	1'693	2.9
Totale	18'387	31.2

Come illustrato in Tabella 18, la maggior parte della quota rinnovabile è da ricondurre all'elettricità (23.8%). **Non considerando l'elettricità, la quota rinnovabile riferita al consumo globale di energia si riduce al 7.5% circa.** Questo risultato evidenzia il ruolo fondamentale che la provenienza dell'elettricità riveste in relazione allo sfruttamento delle energie rinnovabili (e di conseguenza alle emissioni di gas serra generate) sul territorio.

Tabella 19: Consumo energetico globale di Terre di Pedemonte riferito al 2014 e suddiviso per vettore energetico, categoria di utenza e scopo di utilizzo²⁰.

Vettore energetico	Economie domestiche [MWh]	Commercio e servizi, artigianato e industria [MWh]	Edifici comunali [MWh]	Illuminazione pubblica [MWh]	Mobilità [MWh]	Totale [MWh]	Totale [%]
Collettore solare	455	4	0	0	0	458	1
Elettricità – riscaldamento	5'346	231	59	0	0	5'637	10
Elettricità – apparecchi, illuminazione, mobilità	3'416	2'842	105	146	2'495	9'004	15
Gas	21	0	0	0	0	21	0
GPL	536	0	0	0	0	536	1
Legna	1'401	291	0	0	0	1'693	3
Olio	11'147	554	362	0	0	12'062	20
Pompa di calore - elettricità	1'054	56	4	0	0	1'115	2
Pompa di calore - calore ambiente	2'108	113	8	0	0	2'229	4
Diesel	0	0	0	0	5'364	5'364	9
Benzina	0	0	0	0	16'046	16'046	27
Cherosene	0	0	0	0	4'748	4'748	8
Totale [MWh]	24'949	4'091	538	146	28'653	58'913	100
Totale [%]	43	7	1	0	49	100	---

²⁰ Eventuali differenze di unità tra i singoli importi dei vettori energetici e i totali presentati sono dovute ad arrotondamenti.

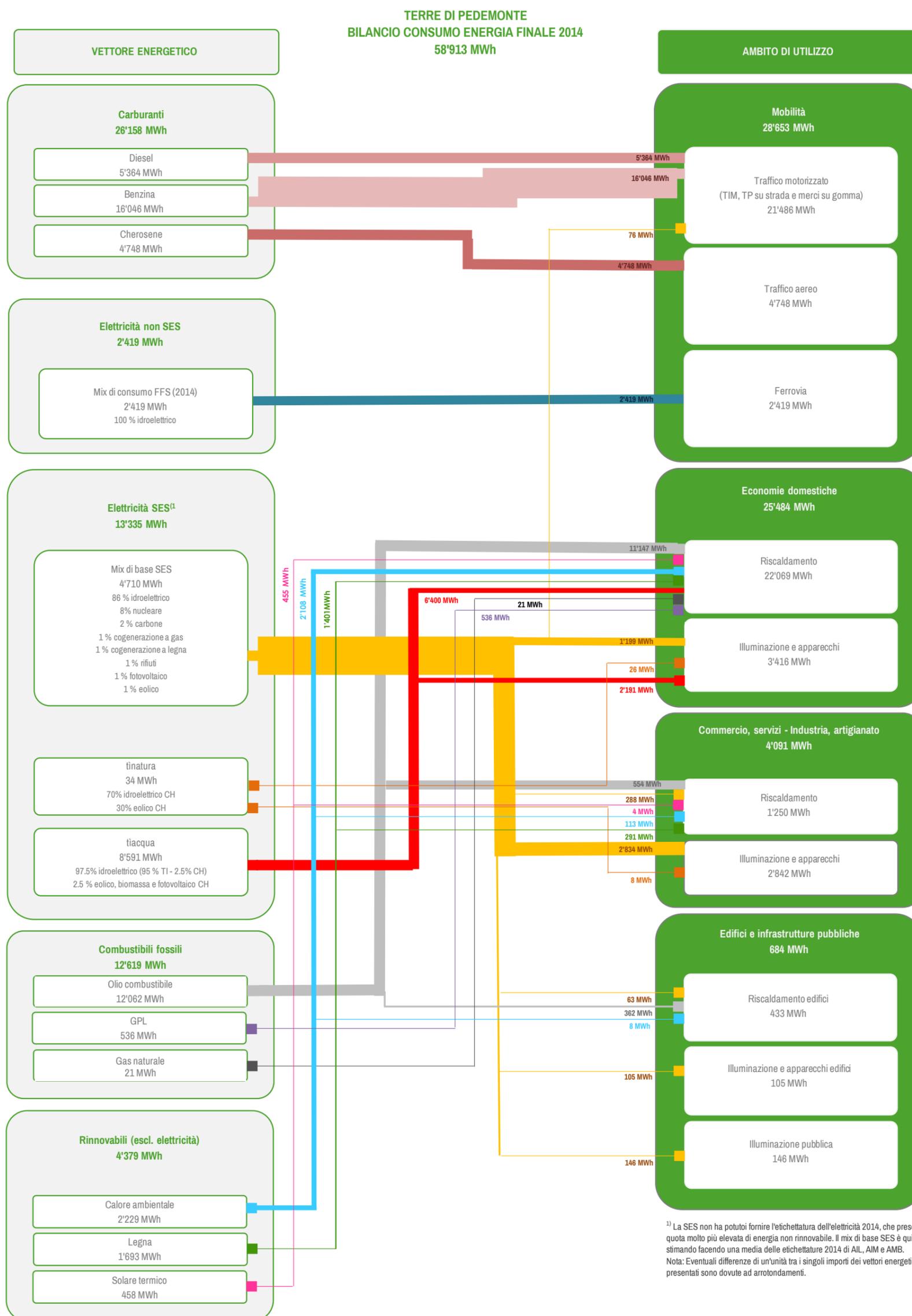


Figura 4: Diagramma di flusso del bilancio energetico comunale di Terre di Pedemonte, anno di riferimento 2014.

4.5 Consumo globale: energia primaria ed emissioni di gas serra

Il consumo globale di energia primaria riferito al territorio di Terre di Pedemonte è definito, conformemente al concetto di bilancio della Società a 2000 Watt [21], moltiplicando i valori di consumo di energia finale, suddivisi per vettore energetico, con i rispettivi fattori di conversione dell'energia finale in energia primaria. Le emissioni globali di CO_{2-eq.} sono calcolate analogamente moltiplicando i valori di consumo di energia finale, suddivisi per vettore energetico, con i rispettivi coefficienti di emissione di gas serra (cfr. Tabella 20). Calcolo dell'energia primaria (EP) con i fattori di conversione (f_{EP}) dell'energia finale (EF) in energia primaria:

$$EP = \frac{EF * f_{EP}}{Hu/Ho^{21}}$$

Calcolo delle emissioni di gas serra espresse in CO_{2-eq.} (EM) e riferite all'energia primaria (EP) con i coefficienti di emissione di gas serra (C_{EM}):

$$EM = \frac{EP * C_{EM}}{Hu/Ho}$$

Nel 2014 il consumo di **energia primaria** del Comune di Terre di Pedemonte risulta pari a **82'216 MWh** e le **rispettive emissioni** di gas serra ammontano a **12'598 ton di CO_{2-eq.}** (cfr. Tabella 20). Per consentire di definire la posizione di partenza del percorso di riduzione a tappe del Comune in riferimento alla Società a 2000 Watt, questi valori vengono trasformati in watt pro capite e ton di CO_{2-eq.} pro capite e anno (numero di abitanti 2'639).

Calcolo energia primaria espressa in watt pro capite:

$$\left(\frac{82'216 * 1'000'000 [Wh]}{(365 * 24) [h] * 2'639 [abitanti]} \right) + (300 [watt pro capite]^{22})$$

$$= 3'856 [watt pro capite]$$

Calcolo emissioni di gas serra espresse in ton CO_{2-eq.} pro capite e anno:

$$\frac{12'598 [ton CO_{2-eq.}]}{2'639 [abitanti]} + (0.58 [ton CO_{2-eq.} pro capite]^{23}) = 5.4 [ton CO_{2-eq.} pro capite]$$

Nel 2014 Terre di Pedemonte presenta un consumo di energia primaria espresso in potenza continua pari a **3'856 watt pro capite**, di cui 2'500 watt pro capite non rinnovabili, e una quantità di emissioni di gas serra pari a **5.4 ton di CO_{2-eq.} pro capite e anno**. Questi risultati sono inferiori alla media nazionale (cfr. Tabella 21) e conformi alle aspettative: essendo di carattere prevalentemente residenziale (cfr. cap. 3.1) è infatti normale che Terre di Pedemonte presenti dei valori di consumo ed emissioni pro capite inferiori a quelli Svizzeri, che includono tutte le industrie, i commerci, i servizi e le grandi infrastrutture presenti sul territorio nazionale.

²¹ Correzione in base al rapporto fra potere calorifico inferiore (Hu) e superiore (Ho) del combustibile considerato. La correzione è applicata solo ai combustibili e ai carburanti [23].

²² Supplemento energia primaria per grandi emettitori (150 watt/capite) e turismo del pieno (150 watt/capite) [25].

²³ Supplemento emissioni di CO_{2-eq.} per grandi emettitori (0.25 ton CO_{2-eq.}/capite) e turismo del pieno (0.33 ton CO_{2-eq.}/capite) [25].

Tabella 20: Calcolo del consumo globale di energia primaria e delle rispettive emissioni globali di gas serra di Terre di Pedemonte (2014).

	Consumo globale EF [MWh/a]	Consumo globale EF [TJ]	Composizione [%]	Fattore conversione EF>EP MJeq/MJ	Coefficiente emissione CO ₂ -eq [kg/MJ]	Coefficiente emissione CO ₂ -eq [g/kWh]	Hu/Ho	Consumo globale EP [TJ/a]	Consumo globale EP [MWh/a]	Emissioni CO ₂ -eq. [kg/a]
Combustibili fossili										
Olio combustibile L	12'062	43		1.24	0.082	295.20	0.94	57	15'912	3'787'981
Olio combustibile M/P	0	0		1.24	0.082	295.20	0.94	0	0	0
Coke di petrolio	0	0		1.66	0.120	432.00	1.00	0	0	0
Altri olii combustibili	0	0		1.24	0.082	295.20	1.00	0	0	0
Gas naturale	21	0		1.15	0.067	241.20	0.90	0	27	5'628
Benzina	16'047	58		1.29	0.088	316.80	0.93	80	22'259	5'466'333
Diesel	5'364	19		1.22	0.084	302.40	0.94	25	6'962	1'725'610
Cherosene	4'748	17		1.19	0.080	288.00	0.94	22	6'011	1'454'706
Propano liquido	536	0		1.15	0.067	241.20	0.92	2	670	140'525
Butano liquido	0	0		1.15	0.067	241.20	0.92	0	0	0
Carbone	0	0								
Antracite			0%	1.19	0.107	385.20	0.96	0	0	0
Briquette			0%	1.19	0.107	385.20	0.96	0	0	0
Biomassa										
Legno (caldaie e stufe)	1'693	6								
Legna in pezzi			30%	1.06	0.003	10.80	0.92	2	585	21
Cippato			35%	0.14	0.003	10.80	0.90	0	92	26
Pellets			35%	1.22	0.010	36.00	0.91	3	794	84
Carbone di legna			0%	1.19	0.107	385.20	0.96	0	0	0
Biogas	0	0		0.48	0.038	136.80	0.90	0	0	0
Calore da energie rinnovabili										
Pannello solare termico (ACS+risc.)	458	2		1.34	0.008	28.80		2	614	13'190
Calore ambientale	2'229	8								
PDC aria/acqua			90%	1.71	0.023	82.80		12	3'430	598
PDC acqua/acqua			8%	1.60	0.019	68.40		1	285	44
PDC sonda geotermica			2%	1.52	0.017	61.20		0	68	10
Rifiuti industriali	0	0		0.06	0.001	3.60		0	0	0
Teleriscaldamento										
Incenerimento rifiuti			0%	0.06	0.001	3.60		0	0	0
Centrale nucleare			0%	0.85	0.044	158.40		0	0	0
Cogenerazione gas			0%	0.65	0.037	133.20		0	0	0
Cogenerazione biogas			0%	0.08	0.006	21.60		0	0	0
Riscaldamento a olio			0%	1.69	0.112	403.20		0	0	0
Riscaldamento a gas			0%	1.56	0.086	309.60		0	0	0
Gas/gasolio riscaldamento			0%	1.63	0.10	356.40		0	0	0
Riscaldamento a legna			0%	1.66	0.013	46.80		0	0	0
PDC geotermica			0%	1.88	0.021	75.60		0	0	0
PDC acque reflue			0%	1.01	0.016	57.60		0	0	0
PDC acqua di falda			0%	1.97	0.023	82.80		0	0	0
Teleriscaldam. media CH			0%	0.85	0.044	158.40		0	0	0
Elettricità										
Centrale nucleare			8%	4.08	0.007	25.20		19	5'142	114
Centrale a ciclo combinato			0%	2.34	0.137	493.20		0	0	0
Centrale elettr. a carbone (vapore)			2%	3.92	0.343	1234.80		4	1'235	1'401
Cogenerazione olio/gas			0%	3.85	0.279	1004.40		0	0	0
Impianto di cogenerazione a gas			1%	3.30	0.206	741.60		2	520	421
Impianto di cogenerazione a diesel			0%	3.36	0.233	838.80		0	0	0
Impianto di cogenerazione a legna			1%	3.80	0.032	115.20		2	599	65
Incenerimento rifiuti			1%	0.02	0.005	18.00		0	3	10
Fotovoltaico			1%	1.66	0.027	97.20		1	262	55
Geotermia			0%	1.04	0.009	32.40		0	0	0
Eolico			1%	1.33	0.010	36.00		1	210	20
Idroelettrico			86%	1.22	0.006	21.60		60	16'530	1'054
Mix di produzione svizzero			0%	2.41	0.008	28.80		0	0	0
Mix di consumo svizzero			0%	2.97	0.045	162.00		0	0	0
UCTE-Mix (mix europeo)			0%	3.53	0.165	594.00		0	7	4
Totale	58'913								82'216	12'597'902

5 Obiettivi della politica energetica e climatica comunale

Il Comune di Terre di Pedemonte ambisce alla certificazione con il marchio Città dell'energia e all'attuazione di una politica energetica all'avanguardia sul proprio territorio, in linea con gli obiettivi federali e cantonali in materia. Gli obiettivi quantitativi di politica energetica e climatica del Comune sono pertanto orientati, a lungo termine, a quelli della visione Società a 2000 Watt (cfr. cap. 2.1). Per definirli, i fattori di riduzione della visione validi a livello nazionale sono stati applicati al valore di consumo di energia primaria espresso in potenza continua pro capite e alla quantità di emissioni di gas serra pro capite e anno specifici per Terre di Pedemonte (cfr. cap. 4.5). Il percorso di riduzione conforme alla visione della Società a 2000 Watt è riportato nella tabella sottostante.

Tabella 21: Percorso di riduzione a tappe conforme alla Società a 2000 Watt della Svizzera e del Comune di Terre di Pedemonte.

Percorso di riduzione ²⁴	2013	2020	2035	2050	Società a 2000 W
Fattori di riduzione consumo di energia primaria	100%	95%	77%	61%	35%
Consumo di energia primaria CH [watt/abitante]	5'700	5'400	4'400	3'500	2'000
Consumo di energia primaria Terre di Pedemonte [watt/abitante]	3'900	3'700	3'000	2'300	1'300
Fattori di riduzione emissioni di gas serra	100%	89%	58%	28%	14%
Emissioni gas serra CH [t CO _{2-eq} /abitante e anno]	7.2	6.4	4.2	2.0	1.0
Emissioni gas serra Terre di Pedemonte [t CO _{2-eq} /abitante e anno]	5.4	4.8	3.1	1.5	0.7

I dati indicano che il Comune di Terre di Pedemonte avrà raggiunto il proprio obiettivo individuale relativo alla visione Società a 2000 Watt con un consumo di energia primaria espresso in potenza continua pari a **1'300 watt pro capite** e con una quantità di emissioni di gas serra pari a **0.7 ton di CO_{2-eq} pro capite e anno**.

SvizzeraEnergia per i Comuni ha inoltre definito, per le Città dell'energia e conformemente al percorso di riduzione a tappe verso la Società a 2000 Watt presentato in Tabella 21, degli obiettivi relativi all'efficienza energetica (termica ed elettrica) e alla rispettiva quota rinnovabile sia per l'intero Comune, sia per gli edifici e le infrastrutture di proprietà dell'ente pubblico²⁵ [25]. Questi obiettivi sono stati calcolati specificatamente per Terre di Pedemonte applicando i fattori di riduzione (efficienza) e aumento (quota rinnovabile) ai dati di consumo risultanti dal bilancio energetico comunale svolto. Essi sono inoltre ripresi quale riferimento nell'ambito dell'elaborazione del piano di azione della "Strategia della politica energetica comunale".

²⁴ I valori riferiti al Comune sono arrotondati in centinaia.

²⁵ Gli obiettivi fissati da SvizzeraEnergia per i Comuni hanno quale anno di riferimento il 2005. Per definire il percorso a tappe relativo all'efficienza energetica del Comune di Terre di Pedemonte, i fattori di riduzione sono stati aggiornati prendendo quale anno di riferimento il 2014 (definizione del valore 2014 attraverso estrapolazione lineare tra il valore 2005 e l'obiettivo intermedio 2020).

Tabella 22: Percorso a tappe riferito a efficienza energetica e quota di energia rinnovabile per l'intero Comune di Terre di Pedemonte.

Percorso a tappe ²⁶		2014	2020	2035	2050	Osservazioni
Efficienza energetica – Riduzione consumi						
Riscaldamento e ACS	CH [%]	100	91	74	57	Energia utile, calore ambientale e solare inclusi
	Terre di Pedemonte [MWh]	23'800	21'600	17'500	13'500	Riduzione del fabbisogno energetico degli edifici
Consumo di energia elettrica finale	CH [%]	100	104	104	94	Riscaldamento e mobilità inclusi
	Terre di Pedemonte [MWh]	9'000	9'400	9'400	8'500	Consumo di elettricità a un livello costante
Carburanti fossili mobilità	CH [%]	100	90	65	38	Energia finale di origine fossile per veicoli a motore
	Terre di Pedemonte [MWh]	26'200	23'500	16'900	10'000	Veicoli più efficienti, veicoli elettrici, mobilità lenta
Energie rinnovabili, calore residuo - Evoluzione						
Quota rinnovabile per riscaldamento e ACS	CH [%]	---	40	65	80	Inclusi calore ambientale e solare
	Terre di Pedemonte [%]	18	40	65	80	
Quota rinnovabile elettricità ²⁷	CH [%]	---	60	70	80	Mix di elettricità, almeno il 5% naturemade star o equivalente
	Terre di Pedemonte [%]	87	≥87	≥87	≥87	

²⁶ I valori riferiti al Comune sono arrotondati in centinaia.

²⁷ Con una quota pari all'87%, Terre di Pedemonte ha già superato l'obiettivo fissato al 2050 per la Svizzera concernente la quota di elettricità da fonti rinnovabili (pari all'80%). L'obiettivo per Terre di Pedemonte sarà quello di mantenere o eventualmente aumentare ulteriormente la quota attuale di elettricità rinnovabile.

Tabella 23: Percorso a tappe riferito a efficienza energetica e quota di energia rinnovabile per gli edifici e le infrastrutture dell'ente pubblico.

Percorso a tappe		2014	2020	2035	2050	Osservazioni
Efficienza energetica - Riduzione consumi						
Riscaldamento e ACS	CH [%]	100	88	65	47	Energia utile, calore ambientale e solare inclusi
	Terre di Pedemonte [MWh]	433	382	280	204	Riduzione del fabbisogno energetico degli edifici
Consumo di energia elettrica finale	CH [%]	100	98	93	82	Riscaldamento e mobilità inclusi
	Terre di Pedemonte [MWh]	168	165	156	139	Riduzione del fabbisogno di energia elettrica
Carburanti fossili	CH [%]	100	90	65	38	Energia finale di origine fossile per veicoli a motore
	Terre di Pedemonte [MWh]	Dati non disponibili				Veicoli più efficienti, veicoli elettrici, mobilità lenta
Energie rinnovabili, calore residuo - Evoluzione						
Quota rinnovabile per riscaldamento e ACS	CH [%]	---	50	75	80	Inclusi calore ambientale e solare
	Terre di Pedemonte [%]	2	50	75	80	
Quota rinnovabile elettricità	CH [%]	---	100	100	100	Mix di elettricità, almeno il 5% naturemade star o equivalente
	Terre di Pedemonte [%]	62	100	100	100	

6 Potenziali di produzione da energie rinnovabili

6.1 Energia elettrica e termica dal sole

In Svizzera l'irraggiamento solare è particolarmente favorevole nella regione situata a sud delle Alpi (cfr. figura sottostante) e raggiunge un valore annuo pari a più di 200 volte il consumo energetico nazionale [26].

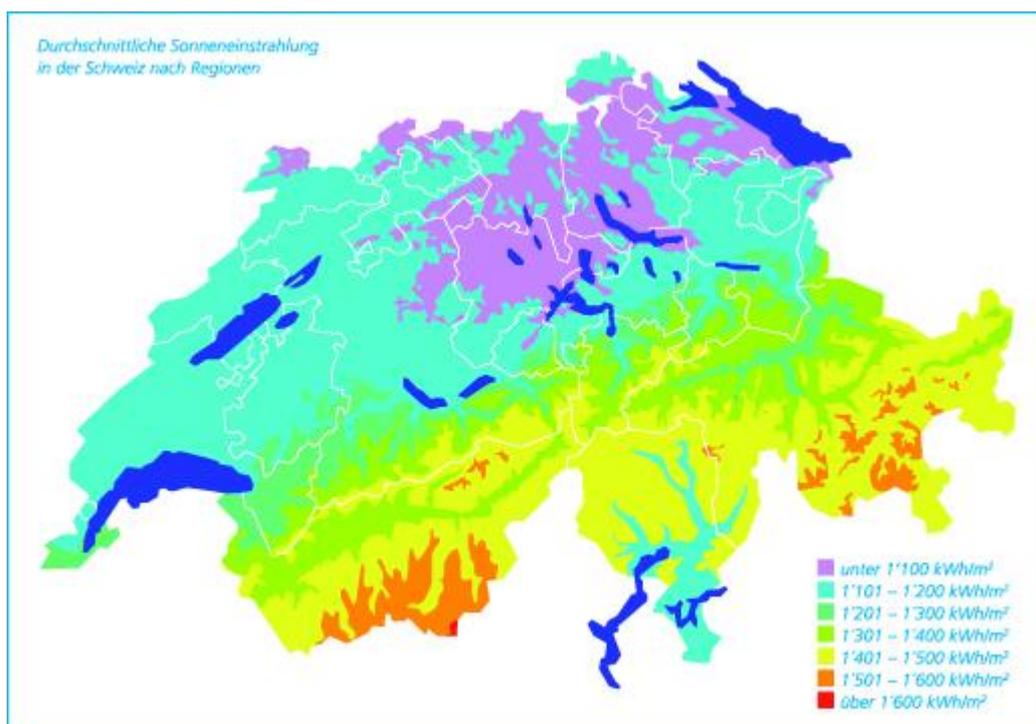


Figura 5: Irraggiamento solare medio in Svizzera nelle diverse regioni [26].

L'irraggiamento solare può essere sfruttato sia per la produzione di elettricità (solare fotovoltaico), sia per quella di calore (solare termico). Il rendimento medio di un impianto dipende dai seguenti fattori principali:

- la sua localizzazione geografica;
- fattori di ombreggiamento (elementi naturali come ad esempio alberi e rilievi montuosi ed elementi urbani e architettonici come ad esempio camini, antenne ed edifici limitrofi);
- la tecnologia impiegata, ad esempio collettori solari termici vetrati o sottovuoto, rispettivamente moduli fotovoltaici in silicio mono- o policristallino, amorfo ecc., e l'orientamento e la pendenza di questi ultimi.

Nel considerare questa tecnologia è inoltre importante sottolineare che la produzione di energia non è costante ma dipende da fattori stagionali, meteorologici e temporali (giorno e notte). Un impianto solare termico è quindi da considerare come integrativo all'impianto di riscaldamento principale.

Maggiori informazioni sull'energia solare sono disponibili sul sito: www.swissolar.ch.

6.1.1 Potenziale teorico

Per valutare il potenziale di produzione di calore ed elettricità dal sole si è fatto riferimento ai dati georeferenziati della mappatura solare, elaborati dal Cantone Ticino [27]. La mappatura solare identifica le superfici di tetto idonee all'installazione di impianti solari e stima, per ognuna di esse, la possibile produzione in base ai valori di insolazione annuale e all'ombreggiamento (orizzonte lontano e oggetti vicini). Le superfici di tetto sono poi categorizzate in base alla scala riportata nella figura sottostante.



Figura 6: Scala di categorizzazione delle superfici di tetto della mappatura solare del Cantone Ticino in funzione dell'irraggiamento solare.

Il potenziale teorico di produzione di calore ed elettricità dal sole è stato estrapolato dai dati della mappatura solare. Per Terre di Pedemonte risulta un potenziale teorico di produzione di energia termica pari a 22'089 MWh all'anno rispettivamente elettrica pari a 13'245 MWh all'anno (cfr. Tabella 24). Se si considerano solo le superfici di tetto valutate da discreto a ottimo nella mappatura solare, tale potenziale si riduce a 15'502 MWh all'anno di calore rispettivamente 9'296 MWh all'anno di elettricità.

Tabella 24 Potenziale teorico di produzione di energia elettrica e termica riferito all'intero Comune di Terre di Pedemonte per tutte le superfici di tetto (sopra) ed esclusivamente per quelle considerate da ottimo a discreto dalla mappatura cantonale solare (sotto).

	Superficie idonea all'installazione [m ²]	Produzione solare termico [MWh/a]	Potenza installabile solare fotovoltaico [kWp]	Produzione solare fotovoltaico [MWh/a]
Tutti i tetti				
Cavigliano	27'895	6'394	4'186	3'834
Tegna	31'503	7'040	4'728	4'222
Verscio	37'436	8'655	5'618	5'190
Totale (tutti i tetti)	96'834	22'089	14'532	13'245
Tetti discreto-ottimo				
Cavigliano	16'591	4'208	2'490	2'524
Tegna	21'153	5'152	3'174	3'090
Verscio	24'523	6'142	3'680	3'683
Totale (tetti discreto-ottimo)	62'267	15'502	9'344	9'296

Considerato che per motivi estetici (ad es. tetto a piodo) e/o tecnici (ad es. spazio accumulatore solare per impianti solari termici) l'installazione di impianti solari nei nuclei non sempre è possibile e che a Terre di Pedemonte sono presenti un nucleo a Cavigliano e Verscio, due a Tegna e, sempre a Verscio, una zona di rispetto del complesso monumentale di San Fedele, l'elaborazione georeferenziata dei dati (cfr. cap. 10, TAVOLA III) ha permesso di definire le superfici idonee all'installazione di impianti solari in queste particolari zone e i rispettivi potenziali di produzione di energia termica ed elettrica (cfr. tabella sottostante).

Tabella 25: Potenziale teorico di produzione di energia elettrica e termica riferito alle zone di nucleo del Comune di Terre di Pedemonte per tutte le superfici di tetto (sopra) ed esclusivamente per quelle considerate da ottimo a discreto dalla mappatura cantonale solare (sotto).

	Superficie idonea all'installazione [m ²]	Produzione solare termico [MWh/a]	Potenza installabile solare fotovoltaico [kWp]	Produzione solare fotovoltaico [MWh/a]
Tutti i tetti dei nuclei				
Cavigliano - Nucleo	5'584	1'223	838	734
Tegna - Nuclei	5'341	1'141	802	684
Verscio - Nucleo e S. Fedele	7'411	1'651	1'112	990
Totale (tutti tetti dei nuclei)	18'336	4'015	2'752	2'407
Tetti discreto-ottimo nei nuclei				
Cavigliano - Nucleo	2'770	697	416	418
Tegna - Nuclei	2'880	712	432	427
Verscio - Nucleo e S. Fedele	4'062	1'014	610	608
Totale (tetti discr.-ottimo nuclei)	9'713	2'423	1'458	1'453

6.1.2 Potenziale fattibile

Il potenziale teorico descritto nel capitolo precedente non rispecchia il potenziale fattibile, è infatti innanzitutto necessario considerare che la superficie indicata per l'installazione di impianti fotovoltaici e solari termici è la medesima, quando in realtà la realizzazione di una tipologia di impianto su una determinata superficie esclude la possibilità di installare l'altra sulla medesima superficie.

Per identificare i criteri volti a definire le modalità di stima del potenziale fattibile sono stati presi in considerazione i seguenti aspetti:

- L'efficace installazione di un impianto solare termico dipende molto dal tipo di impianto di riscaldamento principale già presente nell'edificio: se il generatore di calore esistente è a energia rinnovabile, realizzare un impianto solare termico risulta spesso poco sensato sia dal profilo della sostenibilità economica sia da quello ambientale. Si può quindi ipotizzare che la maggior parte degli impianti solari termici venga installata su edifici dotati di impianti alimentati a energia fossile.
- Industrie, amministrazioni, commerci e servizi, che dispongono di superfici di tetto di regola più ampie rispetto agli edifici abitativi e possono avere maggiori interessi economici a produrre elettricità da immettere in rete, hanno una maggiore tendenza a installare impianti fotovoltaici piuttosto che solari termici.
- Dal 2014 vi è un efficace incoraggiamento alla realizzazione di impianti fotovoltaici di piccola e media grandezza. Gli impianti fotovoltaici con una potenza tra 2 e 10 kWp possono infatti beneficiare di una remunerazione unica (RU) federale pari al massimo al 30% dei costi di investimento definiti in base a prezzi medi nazionali. I gestori di impianti fotovoltaici di potenza compresa fra 10 kW e 30 kW possono invece scegliere fra la RU o la RIC per una durata di 20 anni, sottratti gli anni trascorsi in lista di attesa [28]. Con l'entrata in vigore, in aprile 2014, del Fondo per le energie rinnovabili (FER) a livello cantonale, coloro che realizzano un impianto fotovoltaico di potenza inferiore ai 10 kWp che beneficia del RU federale e allacciati alla rete possono inoltre ricevere, premesso il vincolo all'autoconsumo, un contributo unico cantonale

pari complessivamente al 10% dei costi di investimento fino a un massimo di 5'000 CHF (1/3 del RU federale) [29].

- Il Consiglio federale ha inoltre agevolato la realizzazione di impianti solari attraverso due importanti misure. La prima riguarda la revisione parziale, in ottobre 2013, dell'ordinanza sulla procedura d'approvazione dei piani di impianti elettrici (OPIE). Grazie alla nuova regolamentazione, entrata in vigore il 1° dicembre 2013, gli impianti fotovoltaici e altri impianti di produzione di energia elettrica caratterizzati da una potenza inferiore a 30 kVA possono essere costruiti senza l'approvazione dell'Ispettorato federale degli impianti a corrente forte (ESTI) [30]. La seconda concerne la modifica, in maggio 2014, della Legge sulla pianificazione del territorio (LPT) e della rispettiva ordinanza federale: per impianti solari sufficientemente adattati ai tetti e non localizzati in zone o su edifici protetti non è più necessario richiedere una licenza di costruzione. Le condizioni e le modalità di annuncio sono indicate negli strumenti legislativi sopraccitati e, a livello cantonale, nella Legge edilizia e nel rispettivo regolamento di applicazione.

Queste misure evidenziano chiaramente che, accanto alla riduzione dei consumi grazie a provvedimenti di efficienza, la principale sfida della politica energetica consiste oggi nel promuovere in modo massiccio la produzione di elettricità da energie rinnovabili, con lo scopo di garantire l'approvvigionamento elettrico a medio e lungo termine, anche in considerazione della decisione del Consiglio federale di abbandonare progressivamente l'energia nucleare (cfr. cap. 2.1).

In riferimento a quanto sopra esposto, il potenziale fattibile di produzione di elettricità e calore dal sole è stato definito dando priorità al fotovoltaico. In riferimento al potenziale teorico delle superfici categorizzate da "Discreto" a "Ottimo" (con e senza nuclei) è stata adottata la modalità descritta di seguito:

- Gli impianti solari termici vengono realizzati esclusivamente su edifici abitativi dotati di un riscaldamento principale alimentato a energia fossile.
- La superficie media di ogni impianto solare termico corrisponde a quella definita in base ai dati cantonali relativi all'incentivazione di impianti solari termici a Terre di Pedemonte, ossia a 8.7 m²/impianto (cfr. Tabella 26).
- Sulla superficie idonea all'installazione di impianti solari restante vengono installati impianti solari fotovoltaici.

Tabella 26: Incentivi erogati dal Cantone Ticino fra il 2006 e il 2015 (stato: aprile 2015) volti a finanziare la realizzazione di impianti solari termici sul territorio comunale di Terre di Pedemonte.

N°	Frazione	Categoria edificio	Superficie [m ²]
1	Cavigliano	Abitazione unifamiliare/bifamiliare	14
2	Tegna	Abitazione unifamiliare/bifamiliare	9
3	Verscio	Abitazione unifamiliare/bifamiliare	6
4	Cavigliano	Abitazione unifamiliare/bifamiliare	5
5	Verscio	Abitazione unifamiliare/bifamiliare	9
6	Verscio	Abitazione unifamiliare/bifamiliare	9
7	Verscio	Abitazione unifamiliare/bifamiliare	5
8	Verscio	Abitazione unifamiliare/bifamiliare	12
9	Tegna	Abitazione unifamiliare/bifamiliare	11
10	Cavigliano	Abitazione plurifamiliare	12
11	Tegna	Ristoranti/alberghi	7
12	Verscio	Abitazione unifamiliare/bifamiliare	6
13	Cavigliano	Abitazione unifamiliare/bifamiliare	8
14	Verscio	Abitazione unifamiliare/bifamiliare	9
15	Verscio	Abitazione unifamiliare/bifamiliare	7
16	Tegna-Ponte Brolla	Abitazione unifamiliare/bifamiliare	6
17	Verscio	Abitazione unifamiliare/bifamiliare	4
18	Tegna	Abitazione bifamiliare/unifamiliare	6
19	Tegna	Abitazione bifamiliare/unifamiliare	25
20	Bairone	Abitazione bifamiliare/unifamiliare	10
21	Tegna	Abitazione bifamiliare/unifamiliare	8
22	Cavigliano	Abitazione bifamiliare/unifamiliare	8
23	Tegna	Abitazione bifamiliare/unifamiliare	15
24	Verscio	Abitazione bifamiliare/unifamiliare	7
25	Verscio	Abitazione bifamiliare/unifamiliare	19
26	Verscio	Abitazione bifamiliare/unifamiliare	9
27	Verscio	Abitazione bifamiliare/unifamiliare	9
28	Ai Concadi	Abitazione bifamiliare/unifamiliare	5
29	Ai Concadi	Abitazione bifamiliare/unifamiliare	5
30	Cavigliano	Abitazione bifamiliare/unifamiliare	7
31	Tegna	Abitazione bifamiliare/unifamiliare	4
32	Verscio	Abitazione bifamiliare/unifamiliare	7
33	Verscio	Abitazione bifamiliare/unifamiliare	5
34	Cavigliano	Abitazione bifamiliare/unifamiliare	6
Totale			294

Per identificare gli edifici abitativi approvvigionati a energia fossile, sui quali si ipotizza quindi l'installazione di impianti solari termici, i dati della mappatura solare sono stati incrociati con quelli utilizzati per la stima dei consumi del parco edifici (cfr. cap. 4.1), che includono il tipo di vettore energetico utilizzato per la produzione di calore e la categoria di edificio (abitativo o meno). Metodologia e risultati della valutazione svolta sono riportati nella tabella sottostante.

Tabella 27: Potenziale fattibile di produzione di calore dal sole riferito al Comune di Terre di Pedemonte, nuclei inclusi (tetti discreto-ottimo).

Potenziale fattibile solare termico Comune	Valore	Fonte dati
N° di edifici abitativi con riscaldamento fossile	349	Bilancio edifici
Superficie media impianto solare termico	8.7 m ²	Tabella 26
Valore di riferimento superficie di impianti solari termici realizzabile su edifici abitativi con riscaldamento fossile	3'021 m ²	349 x 8.7
Totale superficie disponibile per impianti solari termici su edifici abitativi alimentati a energia fossile	19'205 m ²	Mappatura solare e bilancio edifici
Totale produzione da impianti solari termici realizzati su edifici abitativi alimentati a energia fossile	4'796 MWh/a	Mappatura solare e bilancio edifici
Stima potenziale fattibile produzione solare termico su edifici abitativi con riscaldamento fossile	754 MWh/a	3'021/19'205 x 4'796

Il medesimo approccio è stato adottato anche per valutare il potenziale fattibile di produzione di calore dal sole nei nuclei, che si attesta a 83 MWh all'anno.

Per valutare il potenziale fattibile di produzione di elettricità dal sole sono state prese in considerazione tutte le superfici di tetto per ciascuna tipologia di edificio e il rispettivo potenziale di produzione, fornito dai dati della mappatura solare. Per gli edifici abitativi è stata detratta la superficie già occupata dal solare termico (cfr. Tabella 27). I risultati della valutazione svolta sono riportati nella tabella sottostante.

Tabella 28: Potenziale fattibile di produzione di elettricità dal sole riferito al Comune di Terre di Pedemonte, nuclei inclusi.

Potenziale fattibile solare fotovoltaico Comune	Superficie totale idonea all'installazione di fotovoltaico ²⁸ [m ²]	Produzione di energia totale solare fotovoltaico [MWh/a]
Edifici non abitativi	15'969	2'368
Edifici abitativi	43'277 ²⁹	6'874
Stima potenziale fattibile produzione solare fotovoltaico sugli edifici del Comune	59'246	9'242

Il medesimo approccio è stato adottato anche per valutare il potenziale fattibile di produzione di elettricità dal sole nei nuclei, dove questo si attesta a 1'443 MWh all'anno.

²⁸ Superfici di tetto valutate da ottimo a discreto dalla mappatura solare.

²⁹ Detratta la superficie già occupata dal solare termico.

Il potenziale fattibile di produzione di calore ed elettricità dal sole si attesta così a 754 MWh all'anno di calore rispettivamente 9'242 di elettricità nuclei inclusi e a **672 MWh all'anno di calore** rispettivamente **7'799 MWh all'anno di elettricità senza nuclei** (cfr. tabella sottostante).

Tabella 29: Potenziale fattibile di produzione di elettricità e calore dal sole riferito al Comune di Terre di Pedemonte, con e senza nuclei.

Ambito geografico	Solare termico		Solare fotovoltaico	
	Superficie [m ²]	Produzione [MWh/a]	Potenza [kWp]	Produzione [MWh/a]
Intero Comune	3'021	754	8'891	9'242
Nuclei	329	83	1'404	1'443
Comune senza nuclei	2'692	672	7'487	7'799

6.2 Energia elettrica dal vento

Il vento può essere impiegato per la produzione di elettricità: la sua velocità aziona un rotore e grazie a un generatore il movimento rotatorio viene trasformato in energia elettrica. Buona premessa per la realizzazione di impianti eolici è quindi innanzitutto una sufficiente velocità annuale media del vento.

Tra i criteri per valutare l'idoneità di un sito alla realizzazione di impianti eolici, le direttive sulla pianificazione energetica di SvizzeraEnergia per i Comuni definiscono l'esigenza di avere una velocità annuale media del vento pari ad almeno 4.5 m/s a un'altezza di 70 m dal suolo [31]. Come rappresentato nella figura sottostante, la Svizzera presenta poche aree che soddisfano tale esigenza, fra queste vi sono in particolare il Giura, le Alpi e le Prealpi e le valli alpine (cfr. figura sottostante).

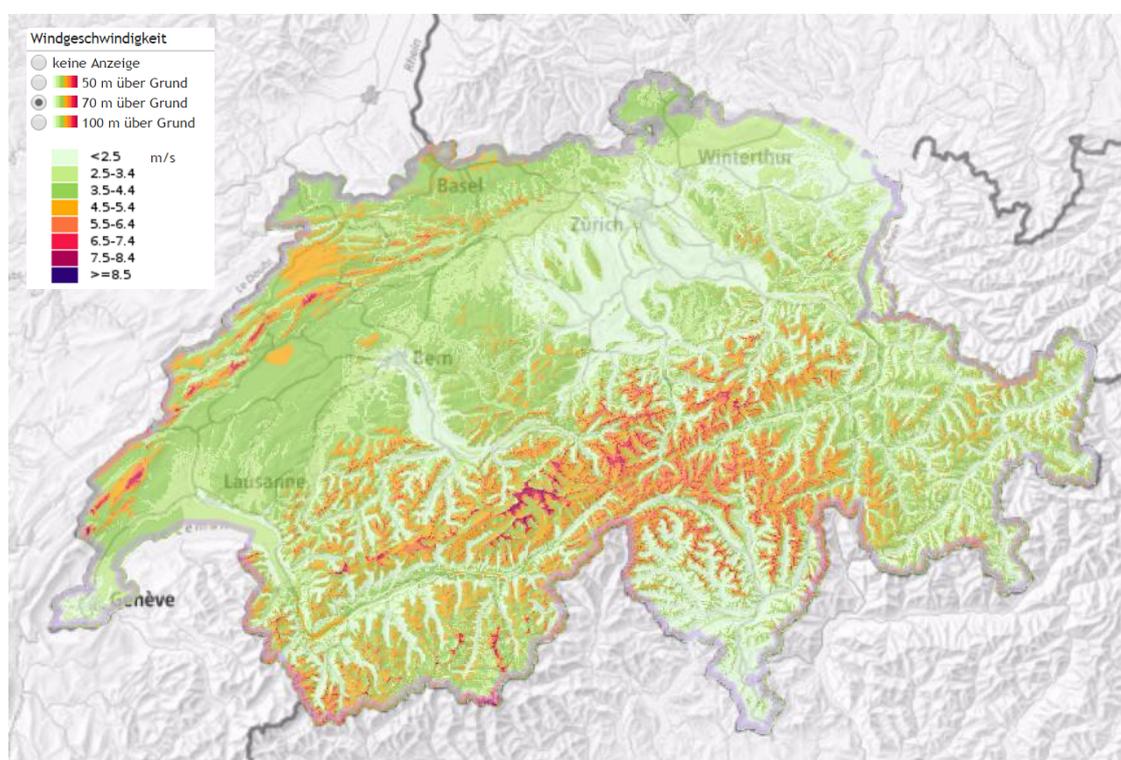


Figura 7: Carta dei venti della Svizzera con indicazioni in merito alla velocità annuale media del vento [32].

Maggiori informazioni in merito alla produzione di energia dal vento sono disponibili sui siti:

www.suisse-eole.ch e www.wind-data.ch.

Per valutare il potenziale di produzione di elettricità dal vento si è fatto riferimento alla cartina dei venti della Svizzera sviluppata da Suisse éole e riferita al territorio di Terre di Pedemonte [32].



Figura 8: Carta dei venti del Comune di Terre di Pedemonte [32].

Osservando la Figura 8 appare chiaro che la velocità annuale media del vento a 70 metri dal suolo si situa, sulla maggior parte del territorio di Terre di Pedemonte, a un livello inferiore ai 4.5 m/s. Solo in alcune zone situate nella parte più alta delle Catene delle Terre di Pedemonte è indicata una velocità annuale media compresa tra i 4.5 e i 5.4 m/s.

Oltre a mostrare la velocità annuale media del vento, il tool di Suisse éole permette di identificare le zone che rispettano tutti i seguenti requisiti e che possono essere pertanto considerate potenzialmente idonee all'installazione di un impianto eolico [32]:

- Distanza di almeno 200 m dagli inventari nazionali e dalle zone di protezione della natura e del paesaggio.
- Velocità media annua del vento pari ad almeno 4.5 m/s a 70 m di altitudine.
- Distanza di almeno 300 m dagli insediamenti e dagli edifici abitativi.
- Esclusione di superfici non adatte alla costruzione (pendenza superiore del 20%, laghi e fiumi, zone di protezione delle acque S1 e S2, terreno instabile).

A Terre di Pedemonte non vi sono zone che rispettano tutti i requisiti illustrati e si ritiene pertanto che il potenziale di produzione di elettricità dal vento sia, per il Comune, nullo.

6.3 Energia termica ed elettrica dal legno

L'impiego di legname locale a scopo energetico presenta differenti vantaggi sia dal profilo ambientale sia da quello economico, brevemente presentati di seguito [33], [34]:

- **Rinnovabilità:** l'impiego sostenibile del legname, in considerazione quindi della capacità rigenerativa dei boschi, ne assicura l'inesauribilità.
- **Neutralità dal profilo delle emissioni di CO₂:** gli alberi, durante la crescita, fissano tanto CO₂ quanto ne emettono durante la combustione o il processo di decomposizione.
- **Disponibilità:** attualmente i due terzi circa dell'area forestale del Ticino non sono gestiti attivamente.
- **Indipendenza e basso impatto ambientale della catena di approvvigionamento:** l'impiego di legname indigeno garantisce indipendenza dall'estero e permette di avere una catena di approvvigionamento breve e quindi poco energivora.
- **Sicurezza:** il legname indigeno è una risorsa energetica che presenta bassi rischi ambientali rispetto alle energie fossili (preparazione, stoccaggio e trasporto senza rischi).
- **Filiera bosco-legno:** l'utilizzo di legname indigeno a scopo energetico sostiene l'economia forestale e contribuisce alla creazione rispettivamente al mantenimento di posti di lavoro.
- **Protezione e valorizzazione:** la gestione dei boschi³⁰, in alcuni casi obbligatoria e volta a proteggere gli insediamenti e le infrastrutture dai pericoli naturali, contribuisce alla salvaguardia della biodiversità valorizzando al contempo questa risorsa e rendendo le zone boschive attrattive dal profilo turistico e dello svago.
- **Riutilizzo:** la cenere generata dalla corretta combustione di legname allo stato naturale può essere impiegata come fertilizzante.
- **Versatilità:** impianti a biomassa di grande potenza consentono la produzione combinata di calore ed elettricità (cogenerazione) e la distribuzione tramite reti di teleriscaldamento.
- **Temperatura:** la combustione del legno genera alte temperature. A differenza delle pompe di calore, questo vettore energetico può pertanto essere impiegato come valido sostituto di gas e olio combustibile per il riscaldamento di edifici che necessitano di elevate temperature di mandata (stabili poco isolati o dotati di termosifoni ad alta temperatura).

Per quanto riguarda la qualità dell'aria, i nuovi impianti a legna devono soddisfare le disposizioni dell'Ordinanza federale contro l'inquinamento atmosferico (OIA), che garantisce il rispetto di severi valori limite per le emissioni delle polveri fini. Gli impianti di grande potenza devono inoltre essere dotati di filtri per l'abbattimento di polveri fini omologati e altamente efficaci.

Il Cantone Ticino riconosce i pregi di questo vettore energetico e fra i suoi obiettivi definisce quello di incrementare l'utilizzo del legno quale materia prima indigena e rinnovabile e di raddoppiare, sull'arco di dieci anni, l'utilizzo di questa risorsa quale fonte energetica, sviluppando le filiere bosco-legno anche allo scopo di generare indotti locali [35]. L'obiettivo di incrementare l'impiego del legname a scopo energetico, preferibilmente in abbinamento a reti di teleriscaldamento, è confermato anche dal Piano Energetico Cantonale (Scheda settoriale P.7: Biomassa – Legname da energia e Piano di azione).

Maggiori informazioni sull'impiego del legno quale vettore energetico sono disponibili sui siti: www.energia-legno.ch e www.aelsi.ch.

³⁰ Boschi di protezione.

6.3.1 Potenziale energia termica

La stima del potenziale fattibile di produzione di energia termica dal legno per il Comune di Terre di Pedemonte è stata elaborata dalla SUPSI (ISAAC-DACD) ed è riportata in dettaglio nel cap. 11 (Allegato: Potenziale di produzione di energia dal bosco). L'analisi è stata svolta facendo riferimento a quattro differenti livelli territoriali:

- Cantone Ticino;
- Onsernone e Centovalli;
- Comune di Terre di Pedemonte con i Comuni confinanti di Isorno, Centovalli, Losone, Avegno-Gordevio;
- Comune di Terre di Pedemonte.

La tabella sottostante riporta il potenziale di produzione di energia termica dal legno per i livelli territoriali sopraccitati.

Tabella 30: Potenziali di produzione di energia termica dal legno boschivo riferito a differenti livelli territoriali.

Livello territoriale	Accrescimento sfruttabile [m ³ /anno]	Potenziale energetico [MWh/anno]
Cantone Ticino	62'831	166'966
Onsernone e Centovalli	4'736	12'819
Comune di Terre di Pedemonte e Comuni confinanti	3'847	10'630
Comune di Terre di Pedemonte	134	369

Confrontando i dati riportati in Tabella 30 con quelli concernenti la stima del consumo energetico del parco edifici di Terre di Pedemonte, pari a 23'751 MWh/a (cfr. Tabella 10), diventa chiaro che non è possibile coprire il fabbisogno di energia termica di Terre di Pedemonte in modo incisivo con le risorse boschive disponibili sul solo territorio comunale. Queste consentono infatti di arrivare a una quota di copertura pari a circa l'1.6%. Includendo i Comuni limitrofi sarebbe possibile raggiungere un grado di copertura più significativo e pari a circa il 45%. Il legname proveniente da Onsernone e Centovalli permetterebbe di raggiungere una quota pari a circa il 54%.

La valutazione dell'effettivo potenziale di sfruttamento dell'energia termica dal legno deve essere svolta nell'ambito dell'elaborazione di un dettagliato piano di gestione forestale in collaborazione con i portatori di interesse e l'autorità cantonale competente, che includa lo sviluppo di una filiera dell'energia del legno.

6.3.2 Potenziale energia elettrica

In considerazione dei dati riportati in Tabella 30 e delle caratteristiche socio-economiche del Comune, lo sfruttamento del legname locale per produrre, in un impianto a cogenerazione, anche elettricità è esclusa. Per avere un buon rendimento, ed essere quindi economicamente sostenibili, queste tipologie di impianto necessitano infatti di un fabbisogno di calore elevato e relativamente costante sull'intero arco dell'anno (ad esempio, approvvigionamento di calore per processi industriali), in caso contrario la produzione di sola elettricità con biomassa fuori dal periodo di riscaldamento presenterebbe un rendimento molto basso. A titolo comparativo l'impianto di Tirano, in Valtellina, ha una potenza di 1.1. MW_{el.} e viene approvvigionato con 25'000 m³ di legname all'anno [36].

6.4 Energia termica dall'ambiente

L'energia ambientale può essere sfruttata con l'ausilio delle pompe di calore, questa tipologia di impianto permette infatti di estrarre calore dall'aria (pompa di calore aria-acqua), dall'acqua superficiale o di falda (pompa di calore acqua-acqua) e dal sottosuolo (pompa di calore geotermica) cedendola al circuito di distribuzione del calore³¹ di un edificio o di una rete di teleriscaldamento (cfr. cap. 7.1).

Il calore ambientale e rinnovabile estratto da questi elementi naturali viene trasferito a un fluido termovettore caratterizzato da un punto di evaporazione molto basso (1, cfr. figura sottostante). Il fluido, trasformato in vapore, viene compresso per aumentarne la temperatura (2) e indirizzato a un condensatore, dove cede il proprio calore al circuito del sistema di riscaldamento (3), tornando allo stato liquido. In una valvola di espansione ne viene poi ridotta la pressione, e quindi la temperatura, (4) e il ciclo può ricominciare. Per il suo funzionamento, e in particolare per alimentare il compressore, la pompa di calore necessita di elettricità.

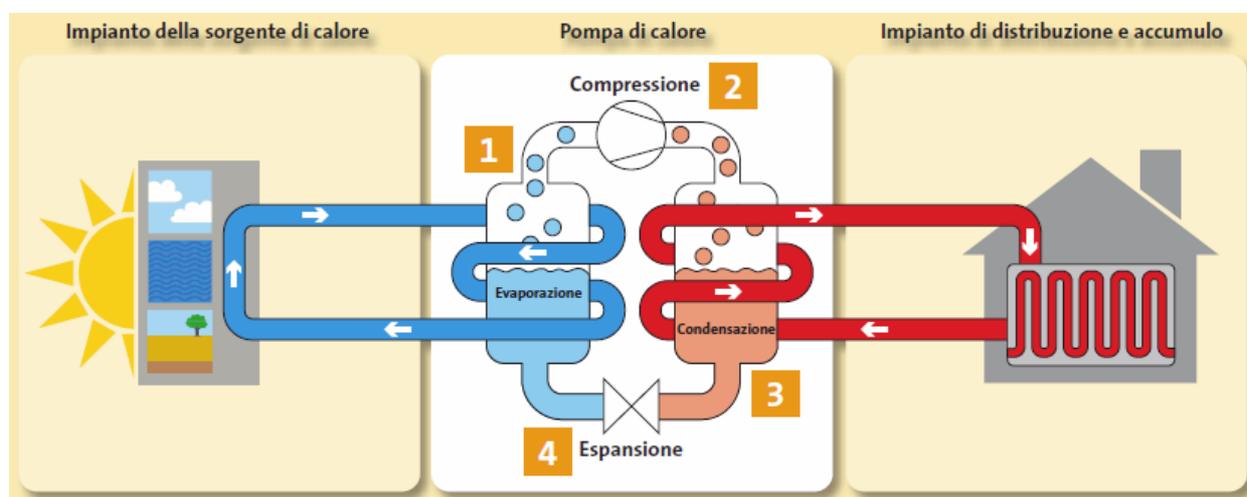


Figura 9: Schema di funzionamento di una pompa di calore [37].

L'efficienza di una pompa di calore è definita dal coefficiente di prestazione o coefficient of performance, COP. Questo indica il rapporto fra l'energia termica ottenuta (kWh) e l'energia elettrica fornita all'impianto per il suo funzionamento (kWh) in un determinato punto di funzionamento. Un COP = 2 A7/W35 indica ad esempio che a una temperatura dell'aria (A) di 7°C e di riscaldamento (W, acqua nell'impianto di distribuzione del calore) di 35°C, l'energia termica ottenuta è pari al doppio di quella elettrica fornita.

Minore è la differenza tra la temperatura della fonte di calore (aria, acqua o terreno) e quella di riscaldamento (riscaldamento a bassa temperatura, ad esempio con serpentine), maggiore è il COP. Considerato che la temperatura del terreno rispettivamente dell'acqua di falda è, in inverno, maggiore e più stabile di quella dell'aria, le pompe di calore acqua-acqua e geotermiche sono di regola caratterizzate da un COP maggiore rispetto a quelle aria-acqua, durante il periodo estivo possono inoltre essere utilizzate per il raffrescamento degli edifici. I costi di investimento per questa tipologia di impianto sono tuttavia più elevati.

Il rendimento medio annuo dell'impianto è invece definito dal coefficiente di lavoro annuo (CLA), che indica il rapporto fra l'energia termica ottenuta e l'energia elettrica fornita sull'arco di un intero anno. Questo dipende da fattori di dimensionamento e progettazione ed è fortemente influenzato anche dalle condizioni

³¹ Se l'edificio non è dotato di circuito idraulico per la distribuzione del calore: ev. pompa di calore aria-aria.

climatiche e dall'ubicazione dell'impianto (altitudine). Analogamente al COP, anche in questo caso minore è la differenza media annua tra la temperatura della fonte di calore e quella di riscaldamento, maggiore è il CLA. Le pompe di calore acqua-acqua e geotermiche sono quindi di regola caratterizzate da un CLA maggiore rispetto a quelle aria-acqua. Un elevato CLA indica un buon rendimento dell'impianto e consente di conseguenza di ridurre i costi di approvvigionamento elettrico.

Tabella 31: CLA indicativo per tipologia di pompa di calore, in funzione dello stato dell'immobile [38].

Coefficiente di lavoro annuo (CLA)	PDC aria-acqua	PDC acqua-acqua	PDC geotermica
In un nuovo edificio	2.8-3.5	3.8-5.0	3.5-4.5
CLA medio in nuovo edificio	3.2	4.4	4.0
CLA in edificio risanato	2.5-3.0	3.5-4.5	3.2-4.0
CLA medio in edificio risanato	2.8	4.0	3.6

La possibilità di installare pompe di calore acqua-acqua e geotermiche dipende dalla presenza o meno di settori di protezione delle acque:

- Nei settori S1 (zona di captazione), S2 (zona di protezione adiacente alla zona di captazione) ed S3 (zona di protezione distante dalla zona di captazione) lo sfruttamento delle acque sotterranee e del calore geotermico è vietato.
- Nelle zone Au l'ammissibilità di questa tipologia di impianto viene valutata caso per caso, in base a una carta in possesso dell'amministrazione cantonale e non accessibile al pubblico.

Un altro fattore limitante può essere l'emissione di rumore, che solo in caso di estrema vicinanza ad altre abitazioni può creare problematiche. Queste ultime si presentano pertanto soprattutto nei nuclei. In questi contesti urbani, la possibilità di installare una pompa di calore deve quindi essere idealmente valutata includendo un'analisi delle emissioni di rumore in base all'Ordinanza contro l'inquinamento fonico (OIF).

Maggiori informazioni sulle pompe di calore sono disponibili sui siti: www.gsp-si.ch e www.geothermie.ch.

6.4.1 Potenziale calore ambientale dall'acqua di falda

L'analisi delle zone idonee allo sfruttamento dell'acqua di falda per il Comune di Terre di Pedemonte è stata svolta dalla SUPSI (IST-DACD) ed è riportata in dettaglio nel cap. 12 (Allegato: Delimitazione delle aree idonee allo sfruttamento del sottosuolo). Come rappresentato nella TAVOLA IV (cfr. cap. 10), l'area favorevole alla captazione e re-immissione di acqua di falda a scopo di sfruttamento energetico si situa nella parte maggiormente insediativa del Comune, alla base quindi dei rilievi montagnosi.

Per stimare il potenziale di sfruttamento del calore ambientale dell'acqua di falda sono stati presi in considerazione gli impianti degli edifici localizzati nelle zone "Favorevole – Conoide alluvionale" rispettivamente "Favorevole – Acquiferi produttivi" e il loro rispettivo consumo, escludendo gli immobili già dotati di pompa di calore e quelli industriali³². Il consumo totale degli edifici riferito a queste zone è pari a **14'573 MWh all'anno** (cfr. Tabella 32) ed è per la maggior parte imputabile a impianti a nafta ed elettrici.

³² Negli stabili industriali difficilmente si installano pompe di calore poiché in caso di processi sono necessarie elevate temperature, a esclusione degli uffici i locali sono spesso poco riscaldati e/o si possono adottare misure alternative, quali ad esempio il recupero di calore residuo da processo.

Tabella 32: Numero di impianti e rispettivo consumo riferito alle zone favorevoli allo sfruttamento dell'acqua di falda (conoidi alluvionali sopra, acquiferi produttivi sotto), suddivisi per vettore energetico ed escluse le pompe di calore e gli edifici industriali.

Vettore energetico	Impianti		Consumo energetico	
	Numero [#]	Percentuale [%]	Assoluto [MWh/a]	Percentuale [%]
Conoidi alluvionali				
Altre fonti	16	12%	357	14%
Elettricità	58	43%	945	36%
Gas liquido	4	3%	58	2%
Legna	14	10%	177	7%
Nafta	29	21%	962	37%
Nessun dato	14	10%	127	5%
Totale (conoidi all.)	135	100%	2'625	100%
Acquiferi produttivi				
Altre fonti	42	8%	698	6%
Elettricità	203	36%	2'880	24%
Gas liquido	10	2%	381	3%
Legna	56	10%	590	5%
Nafta	235	42%	7'126	60%
Nessun dato	13	2%	273	2%
Totale (acquifero prod.)	559	100%	11'948	100%
Totale complessivo	694	-	14'573	-

Considerando un CLA medio, per le pompe di calore acqua-acqua in edifici esistenti, pari a 4.0 (cfr. Tabella 31), il potenziale complessivo relativo alle zone individuate si attesta a circa **10'930 MWh all'anno di calore ambientale** dalle acque di falda e implica un **maggiore consumo di energia elettrica pari a circa 3'600 MWh all'anno**.

6.4.2 Potenziale calore ambientale dal sottosuolo

L'analisi delle zone idonee allo sfruttamento del calore geotermico per il Comune di Terre di Pedemonte è stata svolta dalla SUPSI (IST-DACD) ed è riportata in dettaglio nel cap. 12 (Allegato: Delimitazione delle aree idonee allo sfruttamento del sottosuolo). Come rappresentato nella TAVOLA V (cfr. cap. 10), l'area favorevole alla realizzazione di impianti geotermici esclude unicamente le zone di protezione delle acque e include interamente l'area idonea allo sfruttamento dell'acqua di falda da acquiferi produttivi (zona Au, cfr. TAVOLA IV).

Per stimare il potenziale di produzione di calore dal sottosuolo sono stati presi in considerazione tutti gli edifici non ancora dotati di pompa di calore e localizzati nell'area idonea allo sfruttamento del calore dal sottosuolo, a esclusione di quelli industriali³³, monofamiliari e dei magazzini³⁴. Il consumo totale degli edifici

³³ Negli stabili industriali difficilmente si installano pompe di calore poiché in caso di processi sono necessarie elevate temperature, a esclusione degli uffici i locali sono spesso poco riscaldati e/o si possono adottare misure alternative, quali ad esempio il recupero di calore residuo da processo.

³⁴ Si ritiene che l'investimento per un edificio monofamiliare o per il riscaldamento di un magazzino, di regola caratterizzato da un fabbisogno energetico limitato, non sia conveniente rispetto ad altre soluzioni meno onerose (ad es.: sfruttamento acqua di falda o calore ambientale dell'aria).

riferito a questa zona è pari a 3'962 MWh all'anno (cfr. Tabella 33) ed è per la maggior parte imputabile a impianti a nafta.

Tabella 33: Numero di impianti e rispettivo consumo riferito alle zone favorevoli allo sfruttamento del calore da sottosuolo (geotermico), suddivisi per vettore energetico ed escluse le pompe di calore, gli edifici industriali e monofamiliari e i magazzini.

Vettore energetico	Impianti		Consumo energetico	
	Numero [#]	Percentuale [%]	Assoluto [MWh/a]	Percentuale [%]
Zona Au				
Altre fonti	12	11%	402	11%
Elettricità	41	37%	908	25%
Gas liquido	4	4%	241	7%
Legna	13	12%	207	6%
Nafta	29	26%	1'649	46%
Nessun dato	12	11%	217	6%
Totale (zona Au)	111	100%	3'624	100%
Zona favorevole				
Elettricità	9	50%	238	70%
Legna	5	28%	50	15%
Nafta	1	6%	30	9%
Nessun dato	3	17%	21	6%
Totale (zona favorevole)	18	100%	339	100%
Totale complessivo	129	-	3'962	-

Al consumo così definito è stato sottratto, per tutti gli edifici a esclusione di quelli industriali, monofamiliari e dei magazzini³⁵, quello che potrebbe essere coperto con calore ambientale proveniente dall'acqua di falda. Il consumo considerato per stimare il potenziale di sfruttamento del calore ambientale geotermico si attesta pertanto a **1'666 MWh all'anno**.

Considerando un CLA medio, per le pompe di calore geotermiche in edifici esistenti, pari a 3.6 (cfr. Tabella 31), il potenziale complessivo relativo alla zona individuata si attesta a circa **1'302 MWh all'anno di calore ambientale** dal sottosuolo e implica un **maggiore consumo di energia elettrica pari a circa 500 MWh all'anno**³⁶.

6.4.3 Potenziale calore ambientale dall'aria

Il potenziale di sfruttamento del calore ambientale dell'aria tramite pompa di calore non ha, a livello teorico, alcuna limitazione: l'aria è disponibile ovunque. Come già accennato questa soluzione, pur presentando un rendimento inferiore (cfr. Tabella 31), è meno onerosa dal profilo finanziario rispetto all'installazione di altre tipologie di pompe di calore, in particolare quelle geotermiche, e viene pertanto spesso scelta dai proprietari di case monofamiliari.

³⁵ Queste tipologie di edificio non sono state considerate nella valutazione del potenziale di sfruttamento del calore geotermico, cfr. note 33 e 34.

Per stimare questo potenziale sono stati presi in considerazione tutti gli edifici monofamiliari non ancora dotati di pompa di calore presenti sul territorio di Terre di Pedemonte. Il consumo totale degli edifici considerati, la maggior parte del quale coperto con la nafta, è stimato a 15'536 MWh all'anno (cfr. Tabella 34).

Tabella 34: Numero di impianti e rispettivo consumo per gli edifici monofamiliari presenti sul territorio comunale, suddivisi per vettore energetico ed escluse le pompe di calore.

Vettore energetico	Impianti		Consumo energetico	
	Numero [#]	Percentuale [%]	Assoluto [MWh/a]	Percentuale [%]
Aria				
Altre fonti	86	9%	1'092	7%
Elettricità	299	32%	3'807	25%
Gas	1	0%	20	0%
Gas liquido	11	1%	219	1%
Legna	142	15%	1'192	8%
Nafta	309	33%	8'609	55%
Nessun dato	73	8%	548	4%
Nessuna fonte	6	1%	49	0%
Totale	927	100%	15'536	100%

Al consumo così definito è stato sottratto, in riferimento agli edifici monofamiliari, quello che potrebbe essere coperto con calore ambientale proveniente dall'acqua di falda. Il consumo considerato per stimare il potenziale di sfruttamento del calore ambientale dall'aria si attesta pertanto a **4'364 MWh all'anno**.

Considerando un CLA medio, per le pompe di calore aria-acqua in edifici esistenti, pari a 2.8 (cfr. Tabella 31), il potenziale complessivo relativo allo sfruttamento di calore ambientale dall'aria per gli edifici monofamiliari si attesta a circa **2'805 MWh all'anno di calore ambientale** dall'aria e implica un **maggiore consumo di energia elettrica pari a circa 1'558 MWh all'anno**.

6.5 Energia elettrica dall'acqua (idroelettrico)

In considerazione delle proprie risorse e caratteristiche morfologiche, la Svizzera ha sempre privilegiato la produzione di energia elettrica tramite forza idrica. Nel 2014 circa il 56% della produzione di elettricità svizzera proveniva da forza idrica [39]. Lo sfruttamento di questa fonte rinnovabile avviene sia attraverso grandi centrali idroelettriche sia attraverso impianti di dimensioni più piccole che, grazie ad una tecnologia custom, possono sfruttare dislivelli o portate d'acqua minimi. Oggi le piccole centrali idroelettriche forniscono circa il 10% dell'intera produzione di energia idroelettrica svizzera [18]. La produzione da idroelettrico viene incentivata tramite la remunerazione per l'immissione di energia a copertura dei costi (RIC).

Per stimare la produzione media di energia di una centrale idroelettrica si effettua una stima approssimativa della potenza elettrica media, facendo riferimento alla seguente formula [40]:

$$P_{el}[kW] = H_n [m] * Q_m [m^3/s] * g [m/s^2] * \eta$$

- H_n : caduta netta (o diff. di pressione utilizzabile: 1 bar = caduta 10 m) corrisponde alla caduta globale disponibile dedotte le perdite di carico³⁷, queste sono di regola max. 15%;
- Q_m : portata media, di regola necessario almeno 1 anno di misurazioni;
- g : accelerazione di gravità, 9.81 m/s²;
- η : rendimento impianto, 70% della potenza idraulica disponibile.

La produzione media annua di energia, considerando un certo numero di ore in cui l'installazione è fuori servizio per manutenzione oppure a causa di eventuali piene, è stimata in base alla formula sottostante. Per una gestione redditizia dell'impianto è di regola necessaria una produzione pari ad almeno 15'000 kWh/anno.

$$E [kWh] = 8500 [h] * P_{el}[kW]$$

Maggiori informazioni sulle centrali idroelettriche di piccola potenza sono disponibili sul sito: www.ufe.admin.ch sotto la voce Temi/Forza idrica/Piccoli impianti idroelettrici.

6.5.1 Energia elettrica dalle acque superficiali

Sui corsi d'acqua presenti sul territorio comunale di Terre di Pedemonte non esistono stazioni di misurazione permanenti e non è pertanto possibile disporre di dati concernenti la loro portata media. Per il fiume Melezza sono disponibili indicazioni in merito alle portate di piena riferite a uno studio sulle opere di premunizione realizzato dal Cantone in collaborazione con lo studio Ingegneria Maggia SA (2010) e dei dati medi mensili della stazione di misurazione OFIMA, a monte dello sbarramento di Palagnedra (2000-2015, coordinate indicative stazione 689720/111899). Questi valori non sono tuttavia rappresentativi per la parte della Melezza situata a valle di tale sbarramento [41]. L'UFAM mette a disposizione il set di dati «MQ-GWN-CH»³⁸ per tutta la Svizzera, questi sono tuttavia dei dati di simulazione e quindi approssimativi.

Considerando l'assenza di dati di misurazione affidabili per i riali presenti sul territorio di Terre di Pedemonte, **non è stato possibile calcolare l'eventuale potenziale** di produzione di elettricità da acque superficiali. Per verificare in dettaglio l'eventuale potenziale esistente, il Comune dovrebbe eseguire delle

³⁷ Perdite di attrito dell'acqua con differenti elementi (pareti dei canali, griglie, condotte forzate ecc.).

³⁸ Set di dati che contiene informazioni sul regime di deflusso dei corsi d'acqua della rete idrica svizzera (valori medi mensili e annui del deflusso naturale simulato e tipo di regime di deflusso). Maggiori informazioni sono disponibili sul sito www.ufam.admin.ch sotto la voce Temi A-Z/Acque/Dati, indicatori e carte/Deflussi medi per la rete idrica Svizzera.

misurazioni di portata sull'arco di almeno un anno. Sarebbe in ogni caso ottimale disporre di dati pluriennali.

6.5.2 Energia elettrica dall'acqua potabile (idroelettrico)

Analogamente a quanto avviene sui fiumi, anche le differenze di altitudine delle reti di distribuzione dell'acqua potabile possono essere sfruttate per la produzione di elettricità. Le piccole centrali idroelettriche possono essere inserite nella condotta che porta dalla sorgente al serbatoio o fra settori di rete a differente pressione. Anche in questo caso la produzione elettrica può godere della remunerazione a copertura dei costi (RIC).

A Terre di Pedemonte sono presenti dieci zone sorgive ancora attive per l'approvvigionamento idrico (cfr. Tabella 35), attualmente nessuna di queste è già sfruttata con un impianto idroelettrico.

Tabella 35: Sorgenti attive per l'approvvigionamento di acqua potabile nel territorio del Comune di Terre di Pedemonte [42].

Sorgente	Descrizione	Portata minima [l/min]	Portata media [l/min]	Portata massima [l/min]
SO 1	Sorgente Alpetto Pianezzo	0	190	300
SO 2	Sorgente Chilasco	29	133	188.4
SO 5	Sorgente Canvetto Vanoni	0	70	140
SO 7	Sorgente Corte della Cima	4.6	30	76
SO 7a	Sorgente Corte della Cima	30	70	130
SO 8	Sorgente Corte della Cima	8.2	100	260
SO 8a	Sorgente Corte della Cima	14	74	180
SO 9	Sorgente Cortaccio	15	37.5	60
SO Riei	Sorgente Valle Riei	240	500	800
SO Ri d'Auri	Sorgente Ri d'Auri ³⁹	40	95	150

È stata eseguita una valutazione approssimativa dell'eventuale potenziale disponibile, prendendo in considerazione le sorgenti in funzione. Le varianti analizzate sono le seguenti:

- **Valutazione 1:** Impianto Serbatoio Monti Pianezzo (fonti: SO1, SO2, SO5, SO7, SO7a, SO8, SO8a). Con un salto di 100 m tra la camera di raccolta/rottura 9 (CA 9) e il serbatoio Monti Pianezzo posti rispettivamente a 840 e 740 m s.l.m. (cfr. Figura 10) e una portata media totale di circa 667 l/min., la produzione media annua è stimata a circa 64'000 kWh, **quindi redditizia.**
- **Valutazione 2:** Impianto Serbatoio Verscio (fonti: 1/3 delle SO1, SO2, SO5, SO7, SO7a, SO8, SO8a e SO Riei). Con un salto di 41 m tra la sorgente Riei (SO Riei) e il serbatoio Verscio posti rispettivamente a 420 e 371 m s.l.m. (cfr. Figura 10) e una portata media totale di circa 722 l/min., la produzione media annua è stimata a circa 28'000 kWh, **quindi redditizia.**
- **Valutazione 3:** Impianto Camera di raccolta 12 (fonti: 1/3 delle SO1, SO2, SO5, SO7, SO7a, SO8, SO8a e SO 9). Con un salto di 120 m tra la camera di raccolta 11 (CA 11) e la camera di raccolta 12 (CA 12) poste rispettivamente a 600 e 480 m s.l.m. (cfr. Figura 10) e una portata media totale di circa 260 l/min., la produzione media annua è stimata a circa 30'000 kWh, **quindi redditizia.**

La fattibilità tecnica ed economica delle tre varianti sopraccitate dovrebbe idealmente essere verificata nell'ambito di specifici studi di fattibilità.

³⁹ Captata in emergenza.

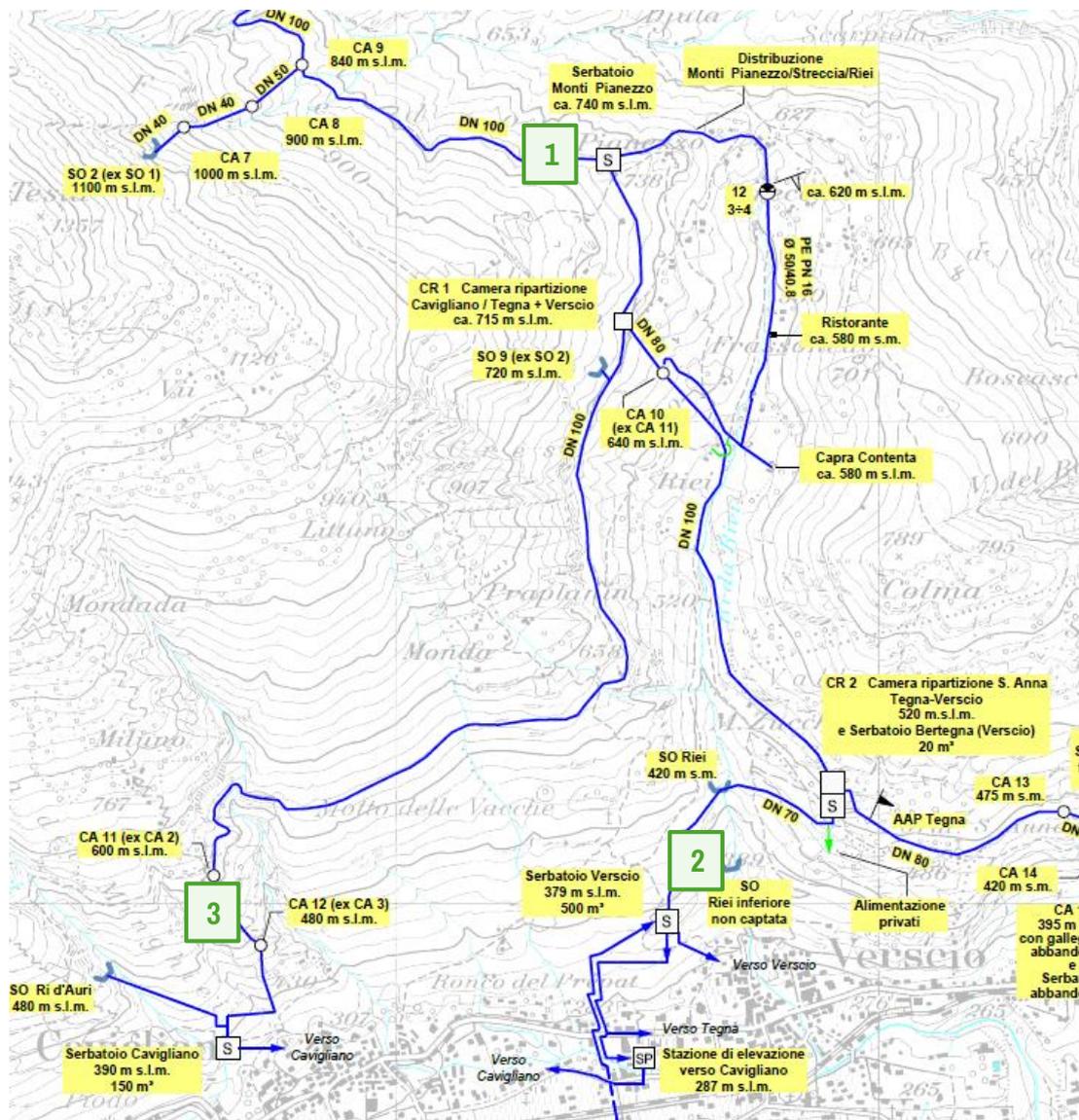


Figura 10: Planimetria situazione esistente con inserimento delle tre varianti di impianto valutate - Adduzione [42].

Il potenziale di produzione di elettricità sfruttabile relativo alla realizzazione di piccole centrali idroelettriche nella rete dell'acqua potabile è stimato a **122 MWh all'anno**.

6.6 Potenziali energia da rifiuti e scarti vegetali

L'utilizzo di rifiuti solidi urbani (RSU) e scarti organici a scopo energetico presenta differenti vantaggi, brevemente descritti di seguito [43]:

- Valorizzazione degli RSU non riciclabili, che devono comunque essere smaltiti attraverso un procedimento di combustione.
- Neutralità climatica degli scarti organici, che liberano la medesima quantità di emissioni di CO₂ già fissata nella biomassa.
- Incentivazione della raccolta differenziata e nuove opportunità economiche a livello locale e regionale.

6.6.1 Rifiuti solidi urbani (RSU)

I rifiuti solidi urbani di Terre di Pedemonte (nel 2013 il Comune ha raccolto 754 ton circa di RSU⁴⁰ [44]), come quelli degli altri Comuni del Canton Ticino, sono convogliati all'Impianto cantonale di termovalorizzazione dei rifiuti (ICTR) di Giubiasco.

Come previsto dall'Ordinanza tecnica sui rifiuti (OTR), questo impianto è finalizzato a recuperare l'energia contenuta nei rifiuti attraverso un sistema di cogenerazione che utilizza il vapore prodotto dalla loro combustione per la produzione di energia termica ed elettrica. Questo impianto immette annualmente in rete circa 100 GWh di elettricità ed è dimensionato per una potenza da 10 a 35 MW termici [45].

In considerazione di quanto sopra si ritiene che il potenziale di sfruttamento degli RSU per la produzione di calore ed elettricità sul territorio di Terre di Pedemonte sia **nullo**.

6.6.2 Scarti vegetali

Nel 2013 a Terre di Pedemonte sono state raccolte circa 380 tonnellate di scarti vegetali⁴¹ [44]. Questi ultimi, come gli altri scarti organici, possono essere reinseriti nel ciclo naturale dei nutrienti. Il Piano Cantonale di Gestione dei Rifiuti definisce, per questa tipologia di residuo, le seguenti vie di smaltimento [46]:

- compostaggio⁴² decentralizzato;
- compostaggio centralizzato;
- compostaggio a bordo campo (per aziende agricole);
- altre forme di compostaggio (ad es.: fermentazione in impianti per la produzione di biogas).

Il potenziale energetico contenuto negli scarti organici può essere sfruttato attraverso differenti processi e portare a differenti "prodotti", illustrati in Figura 11.

⁴⁰ Dato riferito al 2014 non disponibile.

⁴¹ Riferite a scarti di potature e di giardino, non vengono raccolti gli scarti organici di commerci, economie domestiche ecc. Dato relativo al 2014 non disponibile.

⁴² Processo biologico aerobico controllato dall'uomo, che porta a una miscela di sostanze umificate a partire da rifiuti sia verdi che legnosi mediante l'azione di batteri e funghi. Consente la mineralizzazione delle sostanze maggiormente degradabili.

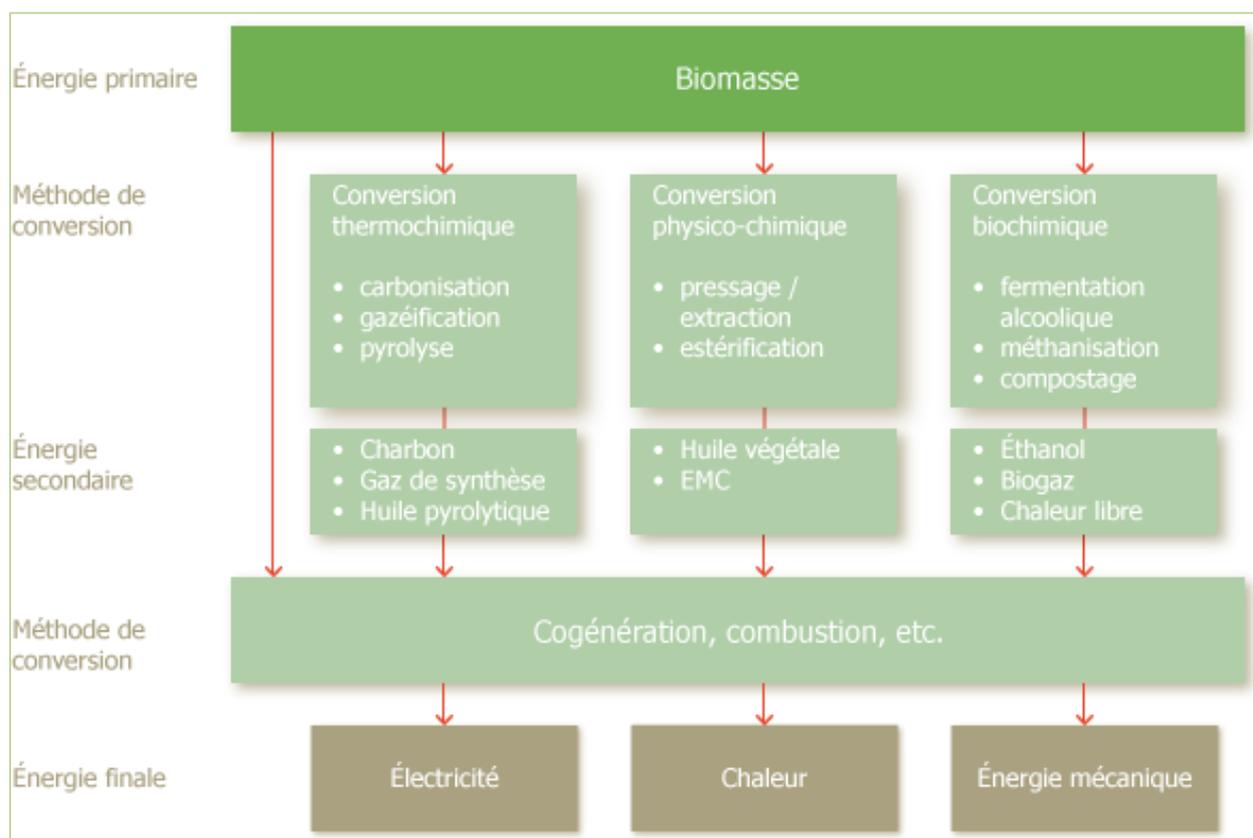


Figura 11: Panoramica delle possibilità di utilizzo dell'energia contenuta negli scarti organici [43].

Per quanto concerne gli impianti per la produzione di biogas da scarti vegetali, biogas che può poi essere utilizzato in impianti a cogenerazione o quale combustibile, si fa di regola riferimento a una quantità pari a circa 10'000-12'000 ton all'anno [47].

In considerazione di questi numeri e della quantità di scarti vegetali raccolta annualmente da Terre di Pedemonte (ca. 380 tonnellate), si ritiene che il potenziale di sfruttamento riferito al solo territorio di comunale sia **nullo** e che questo tema vada affrontato a livello regionale/cantonale.

7 Potenziali delle infrastrutture

7.1 Reti di teleriscaldamento

Le reti di teleriscaldamento consistono in reti di distribuzione del calore (ad alta o bassa temperatura a dipendenza delle esigenze degli oggetti da approvvigionare) su scala urbana, alimentate da centrali termiche che possono utilizzare differenti vettori energetici (es.: calore ambientale o residuo combinato a pompe di calore, centrali termiche a cippato, gas in impianti a cogenerazione). Analogamente al sistema di distribuzione del calore di un singolo edificio, la rete di teleriscaldamento è costituita da una condotta principale di andata e da una condotta principale di ritorno (in cui scorrono acqua o vapore), tutti i collegamenti sono interrati e più o meno isolati a dipendenza della temperatura di mandata.

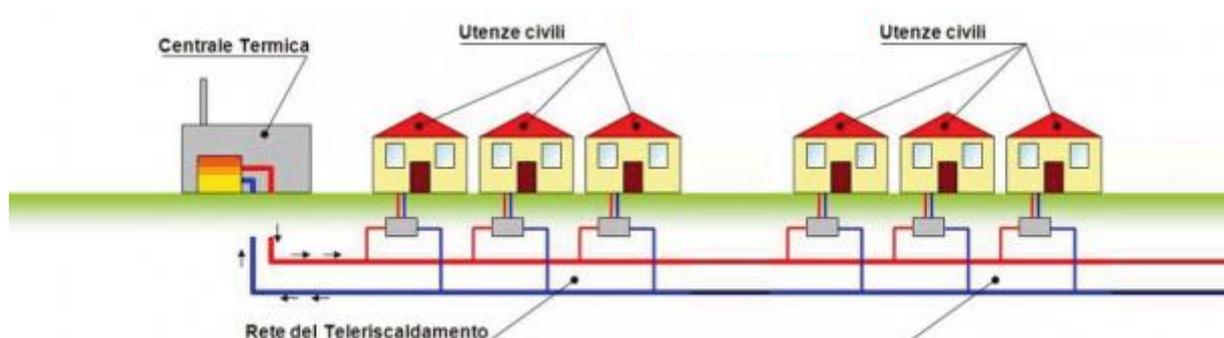


Figura 12: Schema di una rete di teleriscaldamento [62].

Ogni edificio è dotato di una cosiddetta sottostazione con scambiatore di calore allacciato al sistema di distribuzione del calore dell'edificio. La sottostazione dispone di un sistema per la regolazione della temperatura e di un contatore dell'energia termica fornita e sostituisce pertanto l'impianto di riscaldamento tradizionale dello stabile.

Rispetto a soluzioni individuali per singoli edifici, la realizzazione di impianti centralizzati con reti di teleriscaldamento offre molteplici vantaggi sia dal profilo tecnico e ambientale sia per gli utenti [33] [48] [49]:

- Le centrali termiche di grande potenza sono più efficienti (migliore rendimento), devono rispettare severi limiti di emissione e permettono di integrare i sistemi volti alla riduzione di queste ultime a costi sostenibili in rapporto all'investimento totale.
- Le centrali termiche di grande potenza hanno un minore impatto ambientale rispetto alla medesima potenza data dalla somma di singoli impianti decentralizzati.
- Le reti di teleriscaldamento sono versatili e consentono di sfruttare differenti vettori energetici presenti localmente (ad es.: calore residuo o ambientale, legname indigeno) contribuendo all'ottimizzazione dell'approvvigionamento energetico.
- Le reti di teleriscaldamento consentono la conversione da un vettore energetico a un altro: la rete esistente resta funzionante mentre la centrale termica può essere ammodernata.
- L'utente che si allaccia alla rete di teleriscaldamento paga esclusivamente il calore che consuma, grazie al contatore può monitorare costantemente il proprio consumo e, a differenza ad esempio della nafta, non deve più preoccuparsi dell'acquisto del combustibile.

- L'utente che si allaccia alla rete non deve coprire i costi di manutenzione, pulizia e controllo tipici degli impianti a nafta o a gas, è infatti il gestore della rete a garantire il rispetto delle disposizioni legislative in vigore.
- A dipendenza dell'ubicazione dell'impianto esistente all'interno dell'edificio, l'utente che si allaccia alla rete di teleriscaldamento può recuperare spazio abitativo (rivalorizzazione del locale caldaia).
- In base agli incentivi attualmente in vigore, un utente che converte un impianto elettrico diretto ad uso principale con l'allacciamento a una rete di teleriscaldamento può usufruire di un incentivo cantonale pari ad almeno 4'000 CHF. [50]
- Il gestore della rete garantisce la fornitura del calore a un determinato prezzo tramite contratto.

Nell'ambito della realizzazione di reti di teleriscaldamento è importante tenere conto dei seguenti aspetti [51]:

- Le zone maggiormente idonee alla realizzazione di questa tipologia di infrastruttura sono di regola densamente edificate ($I_s > 0.8$) e caratterizzate da un elevato e costante fabbisogno di energia termica (ad es.: presenza di grandi commerci, ospedali, grandi consumatori), pari ad almeno 350-400 MWh per ettaro.
- Il percorso della rete deve essere pianificato in modo che sia il più breve possibile, questo permette di contenere le dispersioni termiche delle condotte. Per l'approvvigionamento di zone edificate esistenti la potenza di allacciamento deve essere di almeno 1 kW per metro di tracciato, per un ettaro di zona insediativa si calcolano, indicativamente, 200-300 m di tracciato.
- I costi di posa della rete variano fortemente a dipendenza del tipo di copertura esistente: 600 CHF/m di tracciato per il passaggio in prati e giardini, 900-1'200 CHF/m attraverso strade e marciapiedi, più di 1'500 CHF/m attraverso l'acciottolato. Dislivelli maggiori a 30 m richiedono maggiore pressione nelle condotte e sono pertanto più costosi. Anche il grado di isolamento della condotta influenza i costi: maggiore è la temperatura di mandata necessaria più elevati sono il grado di isolamento delle condotte e quindi i costi.
- Affinché la realizzazione di una rete di teleriscaldamento sia economicamente sostenibile è inoltre necessario che, al momento della messa in esercizio, sia garantito almeno il 75% della vendita del calore riferito alla sua estensione massima.
- I tempi di ammortamento sono di circa 40 anni per la rete e di 15-20 per la produzione di calore. Nella valutazione della sostenibilità economica dell'infrastruttura si deve pertanto considerare la futura evoluzione del fabbisogno di energia termica nel comparto interessato (ad es.: risanamenti energetici, nuove edificazioni). In considerazione di questo aspetto i nuclei si rivelano spesso particolarmente idonei alla realizzazione di reti di teleriscaldamento: le possibilità di intervento sugli edifici e sugli impianti sono infatti limitate e il fabbisogno energetico resta di regola costante.

Infine è importante citare la possibilità, per un Comune, di cercare potenziali investitori (ad es.: aziende di approvvigionamento energetico locale, partner privati) disposti a realizzare e gestire l'impianto (contracting). Questi partner potrebbero finanziare totalmente o parzialmente anche i costi per l'elaborazione di un primo studio preliminare. La progettazione (studi) e la realizzazione di reti di teleriscaldamento sono finanziate dal Cantone (www.ti.ch/incentivi, www.ti.ch/fer).

La stima del potenziale di realizzazione di reti di teleriscaldamento è stata eseguita in conformità alle direttive di pianificazione energetica del territorio elaborate da SvizzeraEnergia per i Comuni [51] e valutando quindi la densità di fabbisogno di energia termica per ettaro presente sul territorio comunale riferita alla stima del consumo del parco edifici (cfr. cap. 4.1). In base a tali direttive, la realizzazione di una

rete di teleriscaldamento è sensata dove la densità di fabbisogno di energia termica raggiunge almeno i 350-400 MWh all'anno per ettaro.

I risultati dell'analisi svolta mostrano che sulla maggior parte del territorio comunale insediativo la densità di fabbisogno di calore è inferiore ai 350 MWh all'anno per ettaro (cfr. TAVOLA VI). Sono tuttavia state identificate, quali aree potenzialmente interessanti⁴³ per il teleriscaldamento e per un eventuale approfondimento con uno studio di fattibilità specifico, tre zone localizzate nelle tre frazioni del Comune e rappresentate in dettaglio nelle TAVOLE VII, VIII e IX:

1. Tegna – Zona nucleo PP nord (TAVOLA VII)
2. Verscio - Zona nucleo (TAVOLA VIII)
3. Cavigliano – Zona nucleo nord-ovest (TAVOLA IX)

Come indicato dalla definizione stessa delle zone, tutte coincidono con le zone di nucleo presenti sul territorio comunale. Tale risultato non stupisce se si considera che i nuclei sono di regola caratterizzati da un'elevata densificazione edilizia e, come già indicato, da un parco edifici che difficilmente può essere risanato in modo incisivo dal profilo energetico.

Le possibili ubicazioni delle centrali termiche riportate nelle TAVOLE VII, VIII e IX sono state individuate in considerazione dei mappali più vicini riservati a Piano regolatore per edifici e attrezzature di interesse pubblico. I vettori energetici disponibili localmente per l'approvvigionamento delle reti di teleriscaldamento sono stati identificati considerando i potenziali di sfruttamento delle energie rinnovabili (cfr. cap. 6) e di calore residuo (quest'ultimo tuttavia nullo, cfr. cap. 7.2).

La stima elaborata rappresenta una prima indicazione di massima volta a definire in quali ambiti territoriali potrebbe essere sensato approfondire l'opportunità di realizzare reti di teleriscaldamento. La concreta possibilità di realizzazione di queste infrastrutture, come anche l'ubicazione delle centrali termiche e i vettori energetici con cui approvvigionarle, sono aspetti che dovranno essere approfonditi nell'ambito di specifici studi di fattibilità, che, di regola, includono le tappe descritte in Figura 13. Oltre che da fattori tecnici ed economici legati all'approvvigionamento energetico della centrale termica (fonte energetica) e all'investimento necessario alla realizzazione delle infrastrutture, la possibilità di realizzare una rete di teleriscaldamento dipende direttamente anche dalla disponibilità dei potenziali utenti ad allacciarsi. Misure di accompagnamento volte a informare e sensibilizzare i potenziali utenti e sondaggi mirati sono pertanto fondamentali per creare le giuste premesse alla realizzazione di un'opera di questo tipo.

⁴³ Non sono state considerate le zone con un'estensione inferiore a due ettari poiché sono risultate aree di nucleo di piccole dimensioni e con un numero esiguo di edifici, adatte alla realizzazione di piccole reti di teleriscaldamento e con un impatto limitato sull'infrastruttura di approvvigionamento energetico del Comune. Queste aree sono comunque rappresentate nella TAVOLA VI.

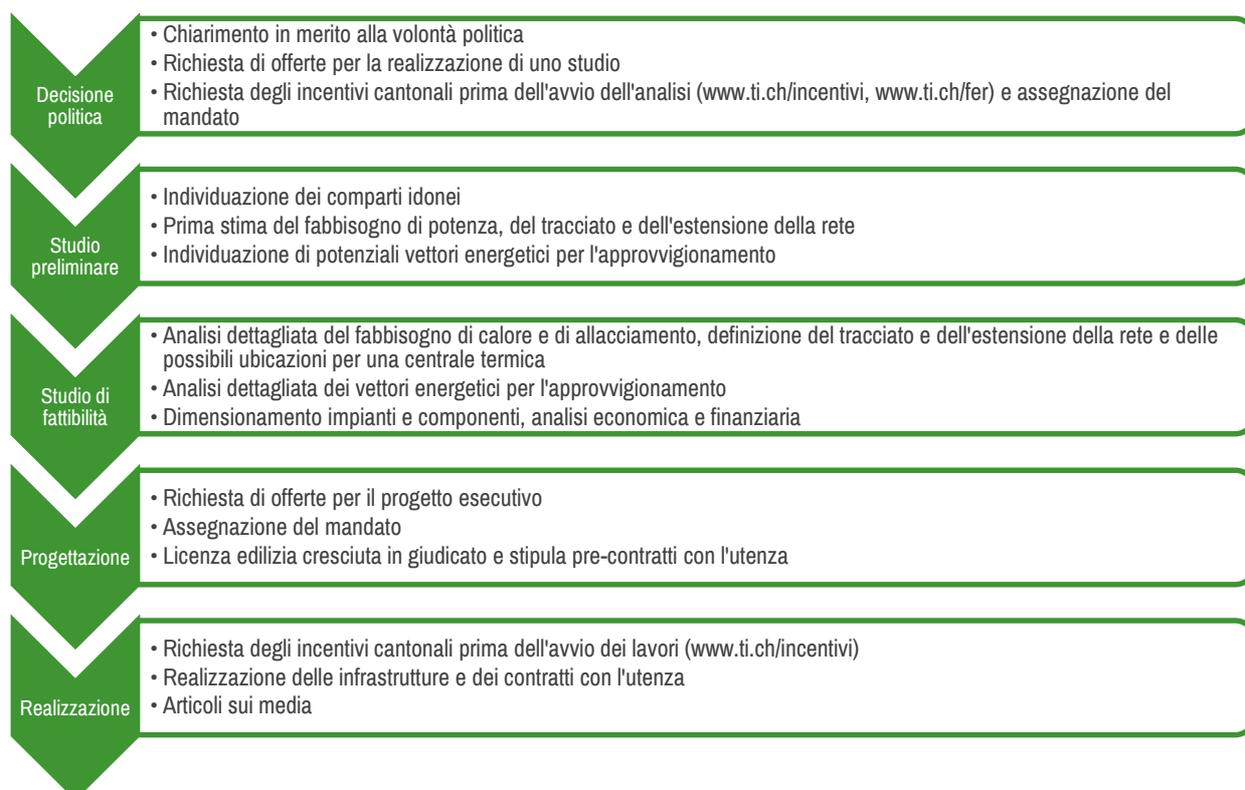


Figura 13: Schema indicativo dell'iter per la realizzazione di una rete di teleriscaldamento [52].

Le tabelle riportate sulle pagine successive forniscono una panoramica delle principali caratteristiche dei comparti identificati come potenzialmente interessanti per l'eventuale realizzazione di reti di teleriscaldamento. In tutte le zone individuate la maggioranza degli impianti è alimentata con energia elettrica o nafta, una buona premessa per la realizzazione di una rete di teleriscaldamento in considerazione dei vantaggi che la scelta di allacciamento comporta per l'utente in questo caso (cfr. parte introduttiva del presente capitolo).

Tabella 36: Zona teleriscaldamento “Tegna - Zona nucleo PP nord”, caratteristiche principali (TAVOLA VII).

	Impianti/tipologia di edificio		Fabbisogno di calore	
	Numero [#]	Percentuale [%]	Consumo [MWh/a]	Percentuale [%]
Vettore energetico				
Altre fonti	3	4%	24	3%
Elettricità	31	46%	368	41%
Gas liquido	1	1%	21	2%
Legna	10	15%	47	5%
Nafta	11	16%	322	36%
Nessun dato	1	1%	47	5%
Pompa di calore	10	15%	69	8%
Totale	67	100%	898	100%
Tipologia di edificio				
Industria	2	3%	20	2%
Monofamiliare	59	88%	750	83%
Nessun dato	4	6%	13	1%
Plurifamiliare	2	3%	115	13%
Totale	67	100%	898	100%
Vettori energetici disponibili per l'approvvigionamento della centrale termica				
Vettore energetico	Descrizione			
Legna	Cippato, idealmente di provenienza locale/regionale (cfr. cap. 6.3)			
Geotermia	Pompa di calore con sonde geotermiche in zona di protezione Au (cfr. cap. 6.4.2).			
Acqua di falda	Pompa di calore che sfrutta l'acqua di falda (cfr. cap. 6.4.1)			

Tabella 37: Zona teleriscaldamento “Verscio - Zona nucleo”, caratteristiche principali (TAVOLA VIII).

	Impianti/tipologia di edificio		Fabbisogno di calore	
	Numero [#]	Percentuale [%]	Consumo [MWh/a]	Percentuale [%]
Vettore energetico				
Altre fonti	13	14%	296	16%
Elettricità	38	42%	576	31%
Legna	11	12%	137	7%
Nafta	13	14%	505	27%
Nessun dato	8	9%	68	4%
Pompa di calore	7	8%	276	15%
Totale	90	100%	1'858	100%
Tipologia di edificio				
Amministrazione	2	2%	39	2%
Impianti sportivi	1	1%	91	5%
Monofamiliare	61	68%	912	49%
Negozi	1	1%	44	2%
Nessun dato	3	3%	21	1%
Ospedali	1	1%	40	2%
Plurifamiliare	19	21%	636	34%
Scuola	2	2%	75	4%
Totale	90	100%	1'858	100%
Vettori energetici disponibili per l'approvvigionamento della centrale termica				
Vettore energetico	Descrizione			
Legna	Cippato, idealmente di provenienza locale/regionale (cfr. cap. 6.3)			
Geotermia	Pompa di calore con sonde geotermiche in zona di protezione Au (cfr. cap. 6.4.2).			
Acqua di falda	Pompa di calore che sfrutta l'acqua di falda (cfr. cap. 6.4.1)			

Tabella 38: Zona teleriscaldamento “Cavigliano - Zona nucleo nord-ovest”, caratteristiche principali (TAVOLA IX).

	Impianti/tipologia di edificio		Fabbisogno di calore	
	Numero [#]	Percentuale [%]	Consumo [MWh/a]	Percentuale [%]
Vettore energetico				
Altre fonti	3	7%	30	4%
Elettricità	16	36%	266	33%
Gas liquido	1	2%	22	3%
Legna	3	7%	21	3%
Nafta	13	29%	340	41%
Nessun dato	1	2%	6	1%
Pompa di calore	8	18%	134	16%
Totale	45	100%	819	100%
Tipologia di edificio				
Industria	3	7%	65	8%
Monofamiliare	40	89%	703	86%
Nessun dato	1	2%	12	2%
Plurifamiliare	1	2%	39	5%
Totale	45	100%	819	100%
Vettori energetici disponibili per l'approvvigionamento della centrale termica				
Vettore energetico	Descrizione			
Legna	Cippato, idealmente di provenienza locale/regionale (cfr. cap. 6.3)			
Geotermia	Pompa di calore con sonde geotermiche in zona di protezione Au (cfr. cap. 6.4.2).			
Acqua di falda	Pompa di calore che sfrutta l'acqua di falda (cfr. cap. 6.4.1)			

7.2 Calore residuo dalle canalizzazioni

Per Terre di Pedemonte, considerato che il Comune fa riferimento all'impianto di depurazione (IDA) Foce Maggia del Consorzio depurazione acque del Verbano (CDV), localizzato sul territorio di Locarno, è stato valutato unicamente il potenziale di sfruttamento del calore residuo delle canalizzazioni.

Il calore residuo delle acque reflue, in combinazione con le pompe di calore, può essere utilizzato per il riscaldamento o il raffreddamento degli edifici. Queste hanno infatti temperature costanti tutto l'anno, che in inverno sono più calde dell'aria esterna e in estate più fredde. Lo sfruttamento del calore residuo delle acque reflue può avvenire con la posa di uno scambiatore di calore direttamente nelle canalizzazioni (cfr. Figura 14). Eventuali interventi vengono idealmente attuati nell'ambito dei lavori di manutenzione e ristrutturazione della rete (esempio: sostituzione o risanamento di tratti di canalizzazione), in modo da contenere i costi di realizzazione.

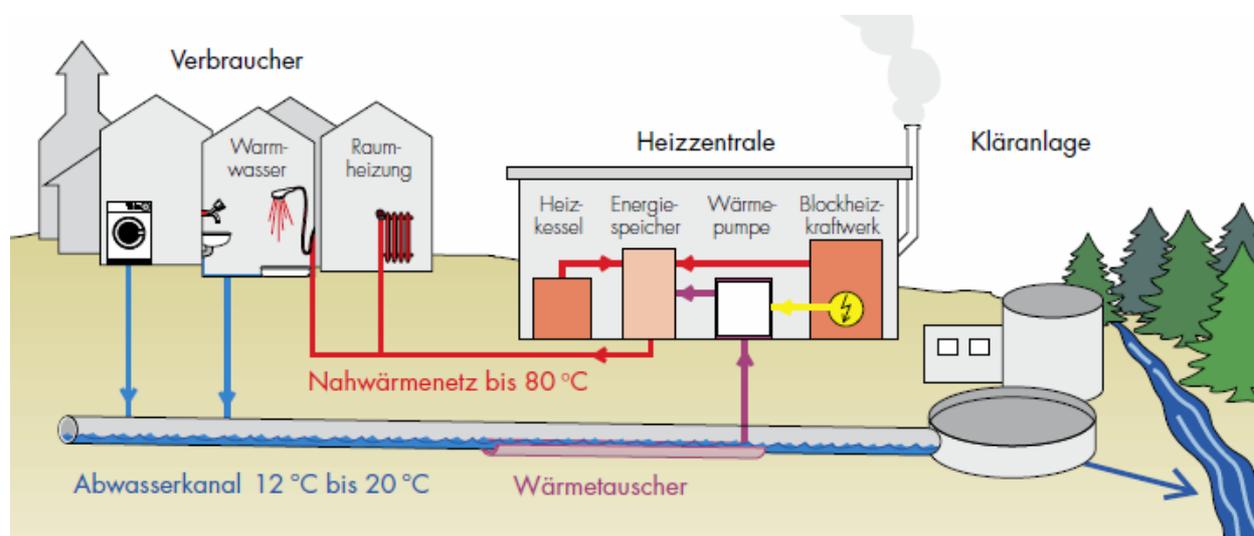


Figura 14: Principi di utilizzo del calore residuo dalle canalizzazioni [53].

Di seguito sono riportati alcuni indicatori tecnici di partenza che permettono di eseguire una valutazione di massima in merito alle possibilità di sfruttamento del calore residuo dalle acque reflue [53] [54] [55]:

- Deflusso costante pari ad almeno 15 l/s.
- Diametro minimo della condotta per la posa di scambiatori di calore: 800 mm.
- Bacino di utenza: 5'000-10'000 abitanti.
- Distanza dalla condotta per l'approvvigionamento di calore: 200 m.
- Distanza dalla condotta per l'approvvigionamento di calore in reti a bassa T°C: 1 km.
- Temperatura media dopo l'utilizzo del calore pari ad almeno 10°C (per non compromettere i processi di depurazione nell'IDA).

La stima della potenza termica estraibile dalle condotte prima dell'arrivo all'IDA riferita alla portata nelle condotte e alla temperatura può essere fatta con l'ausilio della seguente formula [55]:

$$E[W] = c * p * Q * \Delta T$$

- c calore specifico dell'acqua = 4.19 kJ/kgK
- p densità dell'acqua = 1kg/l
- Q flusso in l/s
- ΔT differenza di temperatura = 1.5 K

Il prelievo di calore dalle acque reflue non deve compromettere i processi di depurazione dell'IDA e di regola la temperatura non dovrebbe scendere sotto i 10°C. Per stimare quanta potenza termica può essere prelevata in funzione della riduzione della temperatura delle acque reflue e del loro flusso, è possibile fare riferimento ai dati riportati nel Grafico 8: con un flusso in entrata all'IDA pari a 500 l/s e una riduzione della temperatura causata dallo sfruttamento del calore residuo delle acque reflue pari a 0.7 °C, la potenza termica prelevata si attesta ad esempio a circa 1'500 kW.

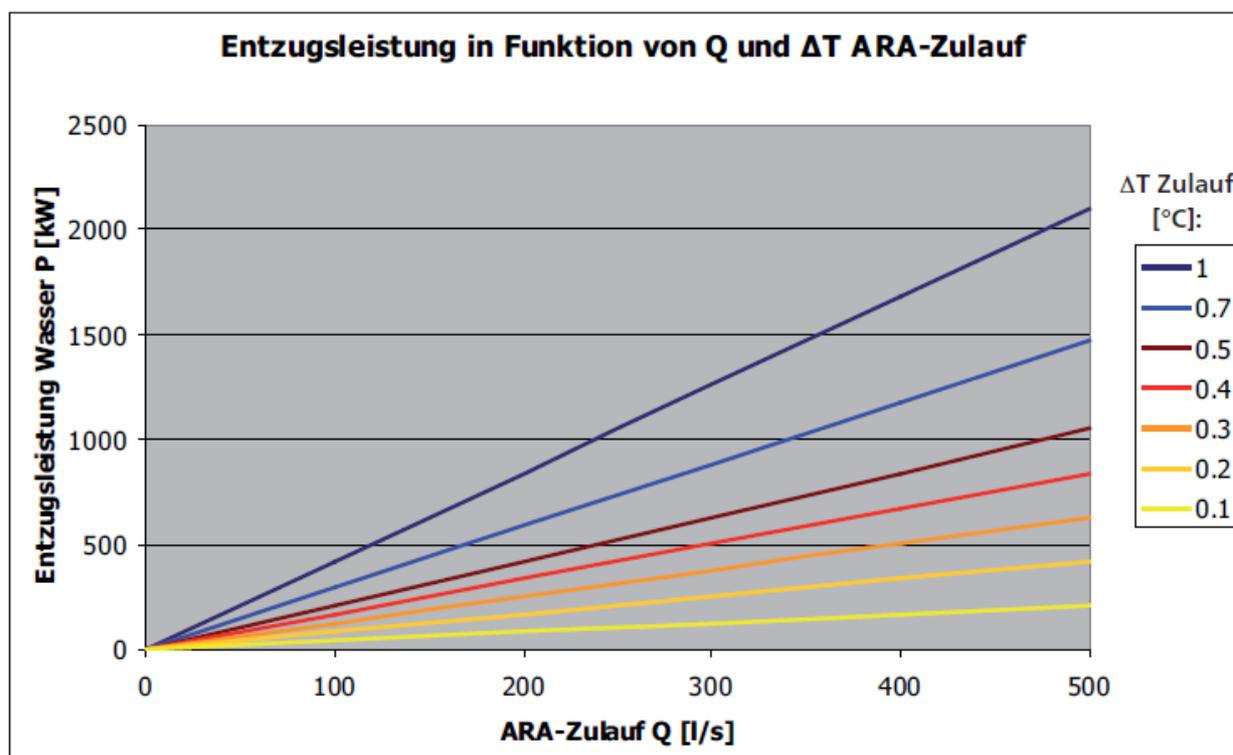


Grafico 8: Potenza prelevata [P] in funzione del flusso in entrata all'IDA [Q] e della differenza di temperatura [ΔT] prima e dopo l'utilizzo del calore delle acque reflue.

Per valutare la possibilità di sfruttamento del calore residuo dalle acque reflue a Terre di Pedemonte si è innanzitutto provveduto a ricercare le eventuali canalizzazioni con un diametro superiore agli 800 mm e le indicazioni in merito ai rispettivi abitanti equivalenti⁴⁴ serviti, facendo riferimento al "Piano generale smaltimento acque" (PGS) delle singole frazioni (piani forniti dall'UTC).

In tutto il territorio comunale non sono stati individuati segmenti di canalizzazioni con un diametro maggiore agli 800 mm, inoltre il numero di abitanti del bacino di utenza si situa al di sotto del limite minimo ideale (5'000-10'000).

In considerazione di quanto sopra si ritiene che il potenziale di sfruttamento del calore residuo dalle acque reflue per la produzione di energia sul territorio di Terre di Pedemonte sia **nullo**.

⁴⁴ L'abitante equivalente rappresenta l'unità di misura basilare per il dimensionamento e la scelta dell'ideale sistema di depurazione delle acque reflue domestiche e/o assimilate. L'abitante equivalente è convenzionalmente definito come la quantità di carico inquinante biodegradabile prodotto e immesso in fognatura da un abitante stabilmente residente nel centro urbano nell'arco della giornata. (Fonte: Wikipedia).

8 Potenziali di efficienza energetica

Il potenziale di efficienza energetica disponibile a livello comunale è stato stimato partendo dai dati del bilancio energetico (cfr. cap. 4) in riferimento al consumo di energia termica e a quello di energia elettrica. Il potenziale è stato calcolato prendendo in considerazione i seguenti settori:

- Residenziale: riscaldamento, illuminazione e apparecchiature elettriche.
- Commercio e servizi: riscaldamento, illuminazione e apparecchiature elettriche.
- Artigianato e industria: riscaldamento e processi produttivi.
- Illuminazione pubblica.

La Strategia della politica energetica comunale definisce degli obiettivi a medio e lungo termine e le rispettive misure per raggiungerli. Le misure proposte per favorire lo sfruttamento dei potenziali di efficienza esistenti fanno riferimento agli scenari di evoluzione dei consumi sia termici che elettrici analizzati nel presente capitolo.

8.1 Energia termica del parco edifici

L'analisi per la definizione del potenziale di efficienza dell'energia termica del parco edifici prende in considerazione:

- la riduzione dei consumi di energia termica ottenibile grazie al risanamento degli edifici esistenti;
- l'aumento dei consumi di energia termica dovuti all'edificazione di nuovi edifici.

8.1.1 Risanamento degli edifici esistenti

Il potenziale di riduzione del consumo di energia termica del parco edifici esistente è stato definito in considerazione di tre possibili scenari di risanamento. Questi ipotizzano che a lungo termine tutti gli stabili ad oggi presenti sul territorio comunale siano risanati in base a:

- le prescrizioni RUn (Regolamento sull'Utilizzazione dell'Energia, 2008);
- lo standard MINERGIE®/A⁴⁵ attualmente in vigore (2015);
- lo standard MINERGIE-P® attualmente in vigore (2015).

Il potenziale di riduzione è dato dalla differenza tra il consumo stimato di energia termica del parco edifici esistente (cfr. Tabella 10) e quello che si avrebbe dopo ogni scenario di risanamento, calcolato con l'ausilio dei rispettivi indici energetici (IE: consumo medio annuo per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria per m² di superficie di riferimento energetico A_E). Si noti che a titolo cautelativo gli edifici situati nei nuclei non sono stati inclusi nell'analisi degli scenari di riduzione, in particolare in considerazione dei vincoli paesaggistici e delle difficoltà a livello architettonico nell'attuare interventi di risanamento in questi contesti.

Gli indici energetici utilizzati per il calcolo si differenziano in base alla categoria di edificio e sono riportati in Tabella 39. Per quanto concerne gli standard MINERGIE® è disponibile l'indice energetico ponderato per ogni tipologia di stabile [56]. L'indice energetico per lo scenario RUn riferito agli edifici residenziali è invece estrapolato dal Piano Energetico Cantonale (Schema settoriale C.1: Climatizzazione edifici abitativi) e si attesta a 89 kWh/m². Per le altre categorie di edificio l'indice energetico RUn è invece stato stimato considerando la differenza fra l'indice energetico MINERGIE® per gli edifici abitativi e gli indici energetici MINERGIE® riferiti alle altre categorie di edificio e applicando proporzionalmente tale differenza all'indice RUn di 89 kWh/m² per le rispettive categorie di edificio.

⁴⁵ Le esigenze sull'involucro dello standard MINERGIE® corrispondono a quelle dello standard MINERGIE-A®.

Tabella 39: Indici energetici (IE) utilizzati per la stima del potenziale di efficienza di energia termica del parco edifici esistente, suddivisi per categoria di edificio.

Tipologia di edificio	IE RUEn [kWh/m ²]	IE MINERGIE®/-A® [kWh/m ²]	IE MINERGIE-P® [kWh/m ²]
Abitazioni monofamiliari e plurifamiliari	89	60	30
Amministrazione	82	55	25
Scuole	82	55	25
Negozi	82	55	25
Ristoranti	96	65	40
Locali pubblici	89	60	40
Ospedali	126	85	45
Industrie	59	40	35
Magazzini	52	35	15
Impianti sportivi	59	40	20

Applicando tali indici al parco edifici esistente, si ottengono i potenziali di efficienza riportati in Tabella 40. I dati indicano chiaramente che il potenziale di riduzione del consumo di energia termica per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria insito negli edifici esistenti è molto elevato: il risanamento globale degli edifici situati fuori dai nuclei secondo le disposizioni legislative attualmente in vigore (RUEn) porterebbe a una riduzione del fabbisogno di calore globale degli edifici pari a circa il 31%, riferita agli standard MINERGIE®/-A® e MINERGIE-P® tale riduzione potrebbe attestarsi addirittura al 46% rispettivamente al 64% circa.

Tabella 40: Potenziali di riduzione del fabbisogno di energia per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria del parco edifici esistente.

Indicatore	Attuale	RUEn	MINERGIE®/-A®	MINERGIE-P®
Consumo [MWh/a]	23'751	16'408	12'724	8'636
Potenziale di risparmio [MWh/a]	---	7'343	11'027	15'115
Riduzione [%]	---	31%	46%	64%

Il potenziale di efficienza è stato rappresentato nel Grafico 9: sull'asse orizzontale sono indicate le varie epoche di costruzione mentre sull'asse verticale è riportato il fabbisogno complessivo di energia termica per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria degli edifici per ciascuna epoca di costruzione. Le aree del grafico nelle tre gradazioni di verde rappresentano, in modo proporzionale, la riduzione del fabbisogno energetico che si avrebbe risanando il parco edifici esistente secondo le tre varianti RUEn, MINERGIE®/-A® o MINERGIE-P®. Osservando il grafico risulta chiaro che il potenziale di efficienza maggiore risiede negli edifici realizzati prima degli anni ottanta.

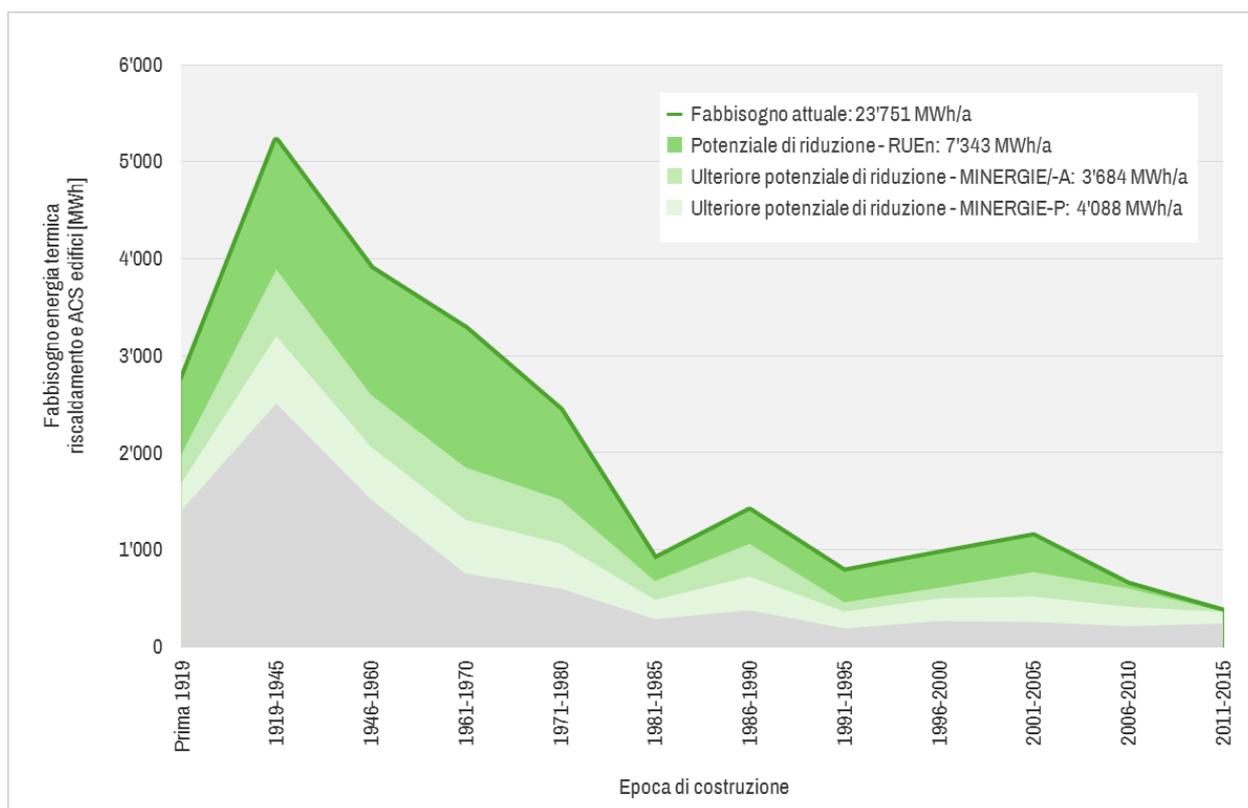


Grafico 9: Potenziale di riduzione dei consumi di energia termica del parco edifici esistente in caso di risanamento in base alle disposizioni del RUEn in vigore, dello standard MINERGIE®/-A® o dello standard MINERGIE-P®.

Pensare che tutti gli edifici vengano risanati secondo uno degli standard MINERGIE® in vigore è poco plausibile: in aggiunta alle eventuali difficoltà a livello architettonico si sommano qui la minore diffusione di tale standard, non obbligatorio per legge e poco conosciuto, e il maggiore investimento iniziale in termini finanziari, spesso scoraggiante per i piccoli proprietari.

A lungo termine (100 anni) è tuttavia plausibile che buona parte degli edifici esistenti localizzati all'esterno delle zone di nucleo possa essere risanata secondo le odierne disposizioni del RUEn o che una parte del parco edifici esistente sia abbattuta per consentire l'edificazione di nuovi stabili, caratterizzati da una maggiore efficienza.

I fattori tecnici, normativi e socio-economici da considerare nell'ambito di questo tema sono tuttavia molteplici, troppo complessi e poco prevedibili per consentire di definire ipotesi verosimili concernenti la futura evoluzione del risanamento del parco edifici esistente. I potenziali di efficienza individuati devono pertanto fungere unicamente da indirizzo e quale potenziale fattibile a lungo termine è considerato esclusivamente quello riferito allo scenario RUEn e pari a **7'343 MWh/anno**.

8.1.2 Edificazione di nuovi edifici

I dati relativi al possibile sviluppo del parco edifici di Terre di Pedemonte e la descrizione dei calcoli effettuati sono riportati in Tabella 41.

Tabella 41: Stima della superficie di riferimento energetico dei nuovi edifici a seguito del completo sfruttamento delle zone ad oggi edificabili ma non ancora edificate.

Indicatore	Valore	Descrizione
Superficie edificabile netta totale dei fondi non ancora edificati (SEN)	149'017 m ²	Somma delle superfici di tutti i fondi situati in zone ad oggi edificabili ma non ancora edificati del Comune di Terre di Pedemonte. Data la mancanza di indicazioni relative agli indici di sfruttamento risp. di occupazione dei fondi situati in zona nucleo, questi non sono stati presi in considerazione dell'analisi.
Stima superficie utile lorda totale dei fondi non ancora edificati (SUL)	34'626 m ²	Il valore è ottenuto applicando alla superficie edificabile netta di ogni fondo: <ul style="list-style-type: none"> ▪ il corrispondente indice di sfruttamento in base alle Norme di attuazione del Piano regolatore; ▪ un fattore di riduzione pari a 0.75, che rappresenta un grado di attuazione medio che permette di tenere in considerazione le diverse situazioni che non permettono di sfruttare tutta la SUL potenzialmente disponibile (ad es. vincoli pianificatori, zone verdi, sfruttamento parziale degli indici, ecc.). $SUL = SEN * IS * 0.75$
Stima superficie di riferimento energetico totale dei nuovi edifici (A _E)	27'700 m ²	Il valore è ottenuto applicando alla superficie utile lorda un fattore di riduzione pari a 0.8 (cfr. Tabella 7). $A_E = SUL * 0.8$

In base all'analisi effettuata la superficie di riferimento energetico complessiva dei nuovi edifici è stimata a 27'700 m², che corrisponde a un **aumento del valore attuale pari al 12% circa**.

Analogamente a quanto svolto per il risanamento degli edifici esistenti, l'aumento del fabbisogno di energia termica per il parco edifici di Terre di Pedemonte è stato definito in considerazione di tre possibili scenari che ipotizzano che tutti i nuovi stabili edificati sul territorio comunale siano conformi a:

- le prescrizioni RUE n (Regolamento sull'Utilizzazione dell'Energia, 2008);
- lo standard MINERGIE®-A⁴⁶ attualmente in vigore (2015);
- lo standard MINERGIE-P® attualmente in vigore (2015).

Gli indici energetici utilizzati e il consumo totale di energia termica per i nuovi edifici (ottenuto moltiplicando l'A_E totale dei nuovi edifici per il corrispondente indice) sono riportati in Tabella 42.

⁴⁶ Le esigenze sull'involucro dello standard MINERGIE® corrispondono a quelle dello standard MINERGIE-A®.

Tabella 42: Stima del fabbisogno di energia per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria dei nuovi edifici a seguito del completo sfruttamento delle zone ad oggi edificabili ma non ancora edificate.

Indicatore	RUEn	MINERGIE®/-A®	MINERGIE-P®
Indice energetico [kWh/m ² a]	48	38	30
Consumo totale nuovi edifici [MWh/a]	1'330	1'053	831
Aumento rispetto al consumo attuale [%]	6%	4%	3%

Rispettando le prescrizioni energetiche attualmente in vigore (RUEn), l'aumento del fabbisogno di energia termica dovuto al completo sfruttamento di tutte le superfici ad oggi edificabili risulta pari a **1'330 MWh/a**.

8.1.3 Fabbisogno di energia termica futuro

La stima del fabbisogno futuro di energia termica del parco edifici di Terre di Pedemonte è stata effettuata prendendo in considerazione sia il risanamento degli edifici esistenti sia l'edificazione di nuovi stabili nelle zone ad oggi edificabili ma non ancora sfruttate. Gli scenari riportati in Tabella 43 prevedono il risanamento degli edifici esistenti in conformità con le prescrizioni RUEn e si differenziano per gli standard di costruzione delle nuove edificazioni (prescrizioni RUEn, MINERGIE®/-A® oppure MINERGIE-P®).

Tabella 43: Scenari di evoluzione del consumo di energia termica del parco edifici di Terre di Pedemonte.

Consumo energia termica	Scenario 1 Nuovi edifici RUEn	Scenario 2 Nuovi edifici MINERGIE®/-A®	Scenario 3 Nuovi edifici MINERGIE-P®
Consumo attuale edifici esistenti [MWh]	23'751	23'751	23'751
Riduzione consumo: risanamento edifici esistenti RUEn [MWh]	-7'343	-7'343	-7'343
Aumento consumo: edificazione nuovi edifici [MWh]	+1'330	+1'053	+831
Consumo futuro edifici [MWh]	17'738	17'461	17'239
Differenza rispetto allo stato attuale	-25%	-26%	-27%

Dalla Tabella 43 emerge che la riduzione dei consumi di energia termica ottenuta sul lungo termine a seguito del risanamento degli edifici esistenti è incisivamente più elevata rispetto al maggior consumo dovuto alla realizzazione di nuovi edifici. Tale risultato non stupisce se si considera che la maggior parte della zona edificabile (88%) è già stata sfruttata e che i nuovi edifici sono particolarmente efficienti: è quindi nell'edificato esistente che è insito il maggior potenziale di risparmio energetico.

8.2 Energia elettrica per l'illuminazione stradale

Il potenziale di riduzione dei consumi di energia elettrica per l'illuminazione stradale può essere conseguito attraverso:

- la sostituzione delle lampade ai vapori di mercurio con lampade ai vapori di sodio o con lampade a LED;
- il direccionamento ottimale del fascio di luce e l'adeguamento dell'intensità luminosa allo scopo di utilizzo (tipologia di strada, illuminazione urbana);
- una gestione ottimizzata della regolazione degli impianti, con spegnimento o riduzione dell'intensità luminosa durante la notte e/o utilizzo di sensori.

Riprendendo le prescrizioni dell'ordinanza europea EG 245/2009, le autorità svizzere hanno imposto un rigoroso e progressivo divieto per i componenti di illuminazione stradale poco efficienti.

Prescrizioni: tabella di marcia				
	2012	2015	2017	Rilevanza
Lampade a vapori di mercurio 		Divieto		+++
Lampade plug-in a vapori di sodio 		Divieto		+++
A vapori di sodio smerigliate 		Divieto per lampade con meno di 80 lm/W		+
A vapori di sodio trasparenti 		Divieto per lampade con meno di 90 lm/W		+
Ad alogenuri metallici smerigliate 		Divieto per lampade con meno di 70 lm/W	75 lm/W	+
Ad alogenuri metallici trasparenti 		Divieto per lampade con meno di 75 lm/W	80 lm/W	+
Alimentatori 		Divieto per rendimenti inferiori a 75%	85%	+
Armature 		A partire dal 2017, le nuove armature devono essere compatibili con l'alimentatore prescritto		++

Figura 15: Prescrizioni illuminazione pubblica ordinanza europea EG 245/2009 [57]. Per semplicità, i dati nella tabella si riferiscono sempre a una lampadina da 70 watt di potenza elettrica, i valori dell'ordinanza sopraccitata dipendono tuttavia dalla potenza elettrica della lampadina considerata.

Il Comune di Terre di Pedemonte non dispone al momento di un piano dell'illuminazione né di un rispettivo piano di intervento per ammodernare le infrastrutture. Esiste tuttavia un concetto di risanamento puntuale che riguarda il comparto Tegna Campagna [58] e la nuova pista ciclopedonale di Tegna [59].

La stima del potenziale di efficienza è stata svolta facendo riferimento ai dati forniti dalla SES [60], riguardanti la totalità dell'illuminazione pubblica comunale. Il consumo di elettricità è stato stimato moltiplicando la potenza di tutte le lampade installate per 4'200 ore di funzionamento all'anno⁴⁷. Lo scenario attuale è riportato nelle colonne di sinistra della Tabella 44 e rappresenta lo stato dell'illuminazione nel 2013, prima della realizzazione di qualsiasi intervento. Nella parte centrale e destra della medesima tabella è invece indicato il potenziale di riduzione dei consumi ottenibile con l'attuazione di tre scenari di intervento (cfr. Tabella 44):

- **Scenario 1:** Sostituzione nel comparto di Tegna Campagna [58] di 58 armature ai vapori di mercurio da 125 W e di 10 armature ai vapori di mercurio da 80 W con 65 armature a LED da 25 W (12 W con riduzione notturna) e 1 armatura a LED da 49 W (25 W con riduzione notturna). Sostituzione di 8 armature ai vapori di sodio da 110 W con 2 armature a LED da 25 W (12 W con riduzione notturna) e 6 armature a LED da 49 W (25 W con riduzione notturna). In questo scenario è stata anche considerata la nuova illuminazione della pista ciclopedonale di Tegna [59], che implica l'installazione di 29 nuovi punti luce a LED da 350 W su un tratto di pista ciclabile di 580 m. La durata di utilizzo è di 2'000 ore all'anno in quanto, per motivi paesaggistici, è obbligatorio lo spegnimento notturno.
- **Scenario 2:** Sostituzione di tutte le lampade vietate con la stessa tipologia e potenza di quelle utilizzate per il comparto Tegna Campagna.
- **Scenario 3:** Sostituzione delle rimanenti lampade al sodio con la stessa tipologia e potenza di quelle utilizzate per il comparto Tegna Campagna. Come indicato nella Figura 15 alcune tipologie di lampade al sodio saranno vietate. Non essendo specificata l'efficienza delle lampade nel rilievo dei punti luce a nostra disposizione [60], in questo scenario si è deciso di optare per una sostituzione globale di tutti i punti luce al sodio con lampade a LED.

Il confronto fra il dato di consumo dell'illuminazione stradale fornito dalla SES (146 MWh, cfr. Tabella 14) e quello risultante dalla stima (164 MWh, cfr. Tabella 44) conferma, con una discrepanza di circa il 12%, la bontà dell'approccio adottato e la plausibilità dei risultati ottenuti.

Il valore limite definito dalla S.A.F.E. per l'indice di consumo annuo per km di strada illuminata è pari a 8 MWh/km⁴⁸ mentre l'indice di Terre di Pedemonte è già al di sotto di questo valore e si attesta a 7.1 MWh/km. Dal momento che solo il 20 % delle lampade attualmente installate è di una tipologia inefficiente con obbligo di sostituzione, si ipotizza che tale risultato possa essere imputabile alla buona efficienza dell'infrastruttura. In caso di sostituzione globale (scenario 1 + 2 + 3) l'indice stimato si attesterebbe a circa 2.7 MWh/km, meno della metà quindi dell'obiettivo della S.A.F.E. Questo risultato eccezionalmente buono pone un quesito relativo all'adeguatezza del grado di illuminazione delle strade in riferimento alle normative vigenti in materia, che negli ultimi anni sono cambiate. In questo ambito sarebbe auspicabile elaborare un piano dell'illuminazione per stabilire se tali normative siano rispettate.

Il potenziale di efficienza per l'illuminazione stradale, invece, è stimato a circa **100 MWh/anno**.

⁴⁷ Media delle ore di funzionamento indicate dalla SES (e-mail del 28.07.2015).

⁴⁸ Valido per Comuni sotto i 10'000 abitanti.

Tabella 44: Potenziale di efficienza dell'energia elettrica per l'illuminazione stradale (SL e TL= fluorescente, Na=sodio, Na-T (sodio tubolari), HQI= alogenuri metallici, VM=vapori di mercurio, LM= luce miscelata).

Descrizione			Esistente (stato: gennaio 2013)			Scenario 1: Progetto Tegna Campagna					Scenario 2: Sostituzione di tutte le lampade vietate					Scenario 3: Sostituzione di tutte le lampade la sodio con LED				
Tipo di lampada	Potenza diurna [W]	Potenza notturna [W]	N°	Potenza totale [kW]	Consumo [MWh]	N°	Potenza tot. diurna [kW]	Consumo diurno [MWh]	Potenza tot.nott. [kW]	Consumo notturno [MWh]	N°	Potenza tot. diurna [kW]	Consumo diurno [MWh]	Potenza tot.nott. [kW]	Consumo notturno [MWh]	N°	Potenza tot. diurna [kW]	Consumo diurno [MWh]	Potenza tot.nott. [kW]	Consumo notturno [MWh]
SL	20	20	25	0.50	2.10	25	0.50	1.00	0.50	1.10	25	0.50	1.00	0.50	1.10	25	0.50	1.00	0.50	1.10
SL	23	23	314	7.22	30.33	314	7.22	14.44	7.22	15.89	314	7.22	14.44	7.22	15.89	314	7.22	14.44	7.22	15.89
SL	25	25	10	0.25	1.05	10	0.25	0.50	0.25	0.55	10	0.25	0.50	0.25	0.55	10	0.25	0.50	0.25	0.55
TL	36	36	2	0.07	0.30	2	0.07	0.14	0.07	0.16	2	0.07	0.14	0.07	0.16	2	0.07	0.14	0.07	0.16
TL	80	80	3	0.24	1.01	3	0.24	0.48	0.24	0.53	3	0.24	0.48	0.24	0.53	3	0.24	0.48	0.24	0.53
Na-T	50	50	2	0.10	0.42	2	0.10	0.20	0.10	0.22	2	0.10	0.20	0.10	0.22	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Na-T	70	70	4	0.28	1.18	4	0.28	0.56	0.28	0.62	4	0.28	0.56	0.28	0.62	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Na-T	150	150	8	1.20	5.04	8	1.20	2.40	1.20	2.64	8	1.20	2.40	1.20	2.64	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	50	50	22	1.10	4.62	22	1.10	2.20	1.10	2.42	22	1.10	2.20	1.10	2.42	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	70	70	46	3.22	13.52	46	3.22	6.44	3.22	7.08	46	3.22	6.44	3.22	7.08	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	100	100	1	0.10	0.42	1	0.10	0.20	0.10	0.22	1	0.10	0.20	0.10	0.22	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	150	150	41	6.15	25.83	41	6.15	12.30	6.15	13.53	41	6.15	12.30	6.15	13.53	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	175	175	1	0.18	0.74	1	0.18	0.35	0.18	0.39	1	0.18	0.35	0.18	0.39	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	250	250	4	1.00	4.20	4	1.00	2.00	1.00	2.20	4	1.00	2.00	1.00	2.20	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	270	270	1	0.27	1.13	1	0.27	0.54	0.27	0.59	1	0.27	0.54	0.27	0.59	0	0.00	0.00	0.00	0.00
LED	8	8	1	0.01	0.03	1	0.01	0.02	0.01	0.02	1	0.01	0.02	0.01	0.02	1	0.01	0.02	0.01	0.02
HQI	150	150	2	0.30	1.26	2	0.30	0.60	0.30	0.66	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
HQI	250	250	1	0.25	1.05	1	0.25	0.50	0.25	0.55	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Altro	65	65	2	0.13	0.55	2	0.13	0.26	0.13	0.29	2	0.13	0.26	0.13	0.29	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Na (Plug-in)	70	70	1	0.07	0.29	1	0.07	0.14	0.07	0.15	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Na (Plug-in)	110	110	9	0.99	4.16	1	0.11	0.22	0.11	0.24	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Na (Plug-in)	220	220	7	1.54	6.47	7	1.54	3.08	1.54	3.39	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Na (Plug-in)	330	330	1	0.33	1.39	1	0.33	0.66	0.33	0.73	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Na (Plug-in)	440	440	1	0.44	1.85	1	0.44	0.88	0.44	0.97	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
VM	50	50	3	0.15	0.63	3	0.15	0.30	0.15	0.33	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
VM	80	80	10	0.80	3.36	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
VM	125	125	60	7.50	31.50	2	0.25	0.50	0.25	0.55	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
VM	160	160	1	0.16	0.67	1	0.16	0.32	0.16	0.35	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
VM	250	250	8	2.00	8.40	7	1.75	3.50	1.75	3.85	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
LM	160	160	14	2.24	9.41	14	2.24	4.48	2.24	4.93	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
LM	250	250	1	0.25	1.05	1	0.25	0.50	0.25	0.55	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00
LED (pista cicl.)	12	12	0	0.00	0.00	29	0.35	0.70	0.00	0.00	29	0.35	0.70	0.00	0.00	29	0.35	0.70	0.00	0.00
LED ⁴⁹ (nuovo)	25	12	0	0.00	0.00	70	1.75	3.50	0.84	1.85	76	1.90	3.80	0.91	2.01	152	3.80	7.60	1.82	4.01
LED ⁵⁰ (nuovo)	49	25	0	0.00	0.00	7	0.34	0.69	0.18	0.39	55	2.70	5.39	1.38	3.03	111	5.44	10.88	2.78	6.11
Totale			606	39.04	163.96	635	32.30	64.60	30.37	67.92	647	26.96	53.92	24.30	53.47	647	17.88	35.76	12.89	29.36
Totale consumo (diurno e notturno) [MWh]				163.96				132.52					107.39					64.12		
Indice di consumo [MWh/km]				7.11				5.61					4.54					2.71		
				(23.05 km di strade illuminate)				(23.63 km di strade illuminate, compresa la ciclopista)					(23.63 km di strade illuminate, compresa la ciclopista)					(23.63 km di strade illuminate, compresa la ciclopista)		

⁴⁹ Le armature LED da 25 W (riduzione notturna a 12 W) sostituiscono le armature a: vapori di mercurio (VM) da 50-80-125 W, vapori di sodio (Na) da 50 e 70 W.

⁵⁰ Le armature LED da 49 W (riduzione notturna a 25 W) sostituiscono le armature a: vapori di mercurio (VM) da 160 e 250 W, vapori di sodio (Na) da 100-150-250-270 W, vapori di sodio Plug-in da 110-220-330 W, luce miscelata (LM) da 160 e 250 W, alogenuri (HQI) da 150 e 250.

8.3 Energia elettrica (risc. e illuminazione stradale esclusi)

Per il calcolo del potenziale di efficienza riferito al consumo globale di energia elettrica sul territorio comunale di Terre di Pedemonte, esclusa quella utilizzata per il riscaldamento, il cui potenziale è già integrato nella valutazione del parco edifici (cfr. cap. 8.1), e quella per l'illuminazione stradale (cfr. cap. 8.2) sono stati presi in considerazione gli scenari di riferimento al 2035 e al 2050 previsti dall'agenzia Svizzera per l'efficienza energetica (S.A.F.E.) e basati su uno studio nazionale effettuato nel 2010 [61].

L'analisi della S.A.F.E. definisce lo sviluppo dei consumi di elettricità al 2035 e al 2050 prendendo in considerazione:

- l'aumento dovuto alla crescita demografica ed economica, alla maggiore superficie abitativa e alla mobilità elettrica;
- la diminuzione ottenibile grazie ai progressi della tecnica (maggiore efficienza di apparecchi, illuminazione, impianti e motori ecc.).

È importante sottolineare che gli scenari non includono gli effetti del comportamento individuale relativo al metodo di impiego delle tecnologie efficienti, aspetto che può influenzare in modo tanto positivo quanto negativo lo sviluppo del consumo di elettricità.

Per la valutazione del potenziale sono state considerate le categorie di utilizzo della S.A.F.E. [61] riportate nella tabella sottostante, dove queste ultime, per chiarezza dei dati, sono assegnate alle rispettive categorie di utenza dell'elettricità riferite al Comune di Terre di Pedemonte (cfr. Tabella 14).

Tabella 45: Assegnazione delle categorie S.A.F.E. di riferimento per la definizione del potenziale di efficienza elettrica alle rispettive categorie di utenza del Comune di Terre di Pedemonte.

Categoria di utilizzo S.A.F.E. [61]	Categoria di utenza corrispondente riferita a Terre di Pedemonte e rispettivo consumo 2014 (cfr. Tabella 17 e Tabella 19)
Economie domestiche senza riscaldamento e acqua calda sanitaria	Economie domestiche (3'416 MWh)
Installazioni illuminazione per servizi, commercio, industria e strade	Illuminazione e apparecchi industria, commercio, servizi, artigianato, incl. medie imprese e grandi utenti, edifici comunali, illuminazione stradale (3'093 MWh)
Apparecchi d'ufficio, tecniche d'informazione e Comunicazione	
Applicazioni industriali e del commercio	
Trasporti, trazioni (FFS, ecc. esclusa mobilità individuale)	Consumo di elettricità per le FFS (2'419 MWh)
Mobilità individuale	Mobilità individuale (76 MWh)

Nella Tabella 46 sono riassunti i dati di consumo elettrico riferiti al territorio di Terre di Pedemonte (anno 2014), ai quali vengono applicati i fattori percentuali di crescita rispettivamente diminuzione definiti dalla S.A.F.E. a livello nazionale per la tappa 2035 e la tappa 2050. Il consumo al 2050, tenendo in considerazione l'aumento dovuto a fattori socio-economici e la riduzione ottenibile grazie ai progressi della tecnica, risulta pari a 6'697 MWh/a.

Tabella 46: Scenario dell'evoluzione dei consumi di elettricità sul territorio di Terre di Pedemonte, elettricità per il riscaldamento esclusa [61].

Categorie di utenza riferite a Terre di Pedemonte (cfr. Tabella 45)	Economie domestiche	Illuminazione, apparecchi, comm. e serv., motori ⁵¹	Trasporti/trazione FFS	Mobilità elettrica individuale	Totale
Stato 2014 [MWh/a]	3'416	3'093	2'419	76	9'004
Fattore di crescita rispetto al 2014 [%]	17%	12%	35%	3%	---
Stato 2035 ⁵² [MWh/a]	3'990	3'473	3'272	79	10'814
Fattore di diminuzione rispetto al 2010 [%]	-42%	-34%	-9%	0%	---
Stato 2035 [MWh/a] ⁵³	2'297	2'276	2'988	79	7'640
Fattore di diminuzione rispetto al 2035 [%]	-14%	-14%	-10%	-6%	---
Stato 2050 [MWh/a]	1'965	1'955	2'703	74	6'697

Il consumo stimato al 2050 attraverso questo approccio include anche il potenziale di efficienza per l'illuminazione stradale, categoria di utilizzo della S.A.F.E. che non è stato possibile isolare dalle altre e che per Terre di Pedemonte è tuttavia già stato stimato in modo più approfondito (cfr. cap. 8.2, 100 MWh/a). In considerazione di questo, il potenziale di efficienza elettrica riferito a Terre di Pedemonte, elettricità per il riscaldamento e l'illuminazione stradale esclusa, risulta pari a:

$$PotenzialeEff_{el} = (9'004 \text{ MWh} - 6'697 \text{ MWh}) - 100 = 2'207 \text{ MWh}$$

Il potenziale di efficienza elettrica, esclusa l'elettricità per il riscaldamento e l'illuminazione stradale, è quindi stimato a circa **2'207 MWh/anno**.

⁵¹ Per la valutazione delle variazioni dei consumi al 2035 e al 2050 riferiti a questa categoria di utenza è stata calcolata una media ponderata con i valori delle rispettive tre categorie di utilizzo definite dalla S.A.F.E. (cfr. Tabella 45).

⁵² Questo dato include l'aumento dovuto a fattori socio-economici.

⁵³ Questo dato include l'aumento dovuto a fattori socio-economici e la riduzione ottenibile grazie ai progressi della tecnica.

9 Panoramica dei potenziali e confronto con gli obiettivi della Società a 2000 Watt

In Tabella 47 e Tabella 48 sono riportate le possibili evoluzioni dei consumi di calore rispettivamente di elettricità per il Comune di Terre di Pedemonte, in considerazione dei potenziali di efficienza e di possibili maggiori consumi rispetto alla situazione attuale. Rispetto ai valori riferiti al 2014, per i consumi di calore è stimata, a lungo termine, una **riduzione del 25%**, mentre per i consumi di elettricità un **aumento del 37%**.

Tabella 47: Panoramica dei potenziali di efficienza energetica e dei maggior consumi relativi al calore a livello comunale.

	Consumo di calore [MWh]
Consumo attuale	23'751
Potenziale di efficienza (risanamento edifici esistenti secondo RUEn 2008)	-7'343
Maggior consumo edifici nuovi (edificazione secondo RUEn 2008)	+1'330
Possibile consumo futuro	178
Evoluzione rispetto al consumo attuale	-25%

Tabella 48: Panoramica dei potenziali di efficienza energetica e dei maggior consumi relativi all'elettricità a livello comunale.

	Consumo di elettricità [MWh]
Consumo attuale	9'004
Potenziale di efficienza	-2'307
Maggior consumo pompe di calore	+5'665
Possibile consumo futuro	12'362
Evoluzione rispetto al consumo attuale	+37%

Una panoramica dei potenziali di produzione di calore ed elettricità da fonti rinnovabili per il territorio di Terre di Pedemonte è disponibile nella Tabella 49. I dati indicano che sarebbe possibile coprire, in riferimento ai consumi stimati per il 2014 e attraverso la produzione di energia proveniente da fonti rinnovabili presenti a livello locale, il **67%** del consumo globale di calore a livello comunale (23'751 MWh/a, cfr. Tabella 10) e l'**88%** del consumo globale di elettricità a livello comunale (9'004 MWh/a, cfr. Tabella 19).

Tabella 49: Panoramica dei potenziali di produzione dalle energie rinnovabili a livello comunale.

Vettore energetico	Potenziale produzione calore [MWh/a]	Potenziale sfruttato produzione calore [MWh/a]	Potenziale sfruttato produzione calore [%]	Potenziale produz. elettricità [MWh/a]	Potenziale sfruttato produz. elettricità [MWh/a]	Potenziale sfruttato produz. elettricità [%]
Sole	672	458	68%	7'799	347 ⁵⁴	4%
Vento	---	---	---	0	0	0%
Legna	369	? ⁵⁵	?	0	0	0%
Calore ambiente - Acqua di falda	10'930	2'229	15%	---	---	---
Calore ambiente - Geotermia	1'203			---	---	---
Calore ambiente - Aria	2'805			---	---	---
Calore residuo canalizzazioni	0	0	0%	---	---	---
Idroelettrico - Acque superficiali	---	---	---	? ⁵⁶	0	0%
Idroelettrico - Acqua potabile	---	---	---	122	0	0%
Rifiuti solidi urbani	0	0	0%	0	0	0%
Scarti vegetali	0	0	0%	0	0	0%
Totale	15'979	2'687	17%	7'921	347	4%
Quota rispetto al consumo attuale	67%	11%	---	88%	4%	---
Quota rispetto al possibile consumo futuro	90%	15%	---	64%	3%	---

⁵⁴ Stima: 315 kW installati (dato SES) e 1'100 kWh/KW.

⁵⁵ Non è possibile stabilire l'origine della legna attualmente utilizzata per la produzione di calore (cfr. Tabella 10).

⁵⁶ Potenziale non valutabile (cfr. cap. 6.5.1).

Dal confronto dei risultati con gli obiettivi della Società a 2000 Watt al 2035 illustrati nel cap. 5 risulta che:

- **Consumo di calore per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria:** con il risanamento globale del parco edifici esistente secondo le disposizioni RUE n (e in considerazione del maggior consumo dei nuovi edifici) sarebbe possibile raggiungere un livello di consumo in linea con l'obiettivo della Società a 2000 Watt al 2035.
- **Consumo di elettricità finale a livello comunale:** a seguito del maggior consumo dovuto all'installazione di pompe di calore per lo sfruttamento del potenziale del calore ambientale, il potenziale di riduzione risultante dall'impiego di tecnologie più efficienti non sarebbe sufficiente per mantenere, a lungo termine, il consumo di elettricità costante.
- **Quota di calore proveniente da fonti rinnovabili:** lo sfruttamento totale del potenziale di produzione di calore da fonti rinnovabili presenti sul territorio comunale, in considerazione dei potenziali di efficienza e dei maggiori consumi, permetterebbe a lungo termine di raggiungere una quota di copertura superiore (90%) rispetto all'obiettivo al 2035 della Società a 2000 Watt (65%).
- **Quota di elettricità proveniente da fonti rinnovabili:** lo sfruttamento del potenziale di produzione di elettricità da fonti rinnovabili presenti sul territorio comunale, in considerazione dei potenziali di efficienza e dei maggiori consumi, permetterebbe di raggiungere una quota di copertura (64%) leggermente inferiore all'obiettivo al 2035 della Società a 2000 Watt (70%). In questo contesto il mix di consumo (etichettatura dell'elettricità) gioca, oggi come in futuro, un ruolo fondamentale.

I risultati indicano che gli obiettivi più difficili da raggiungere in riferimento alla Società a 2000 Watt sono quelli legati all'efficienza e quindi alla riduzione dei consumi. Gli obiettivi di efficienza non possono infatti essere raggiunti esclusivamente con l'adozione di misure tecniche: il comportamento individuale ha un ruolo decisivo e, in alcuni casi, rischia anche di vanificare parzialmente l'efficacia delle misure tecniche adottate. È quindi proprio nel comportamento individuale del cittadino che deve essere ricercato il potenziale di efficienza mancante, puntando in particolare sull'informazione, la sensibilizzazione e il coinvolgimento.

10 Tavole

Nel presente capitolo sono riportate le tavole che rappresentano in modalità georeferenziata le analisi svolte sul territorio di Terre di Pedemonte:

- I. Vettori energetici
- II. Impianti di combustione (II.A Potenza, II.B Anno di installazione)
- III. Potenziale solare a Tegna
- IV. Potenziale calore ambiente dalle acque di falda
- V. Potenziale calore ambiente dal sottosuolo
- VI. Potenziale reti di teleriscaldamento
- VII. Potenziale reti di teleriscaldamento: dettaglio nucleo di Tegna
- VIII. Potenziale reti di teleriscaldamento: dettaglio nucleo di Verscio
- IX. Potenziale reti di teleriscaldamento: dettaglio nucleo di Cavigliano
- X. Piano dei potenziali

11 Allegato: Potenziale di produzione di energia dal bosco

12 Allegato: Delimitazione delle aree idonee allo sfruttamento del sottosuolo

13 Bibliografia

- [1] Consiglio federale, *Messaggio concernente il primo pacchetto di misure della Strategia energetica 2050*, 04.09.2014.
- [2] Assemblea federale - Il Parlamento Svizzero, «Le sedute del Consiglio nazionale in breve - Seduta del 23.09.2015,» [Online]. Available: www.parlament.ch/i/sessionen/sitzung-in-kuerze. [Consultato il giorno 15 10 2015].
- [3] Assemblea federale - il Parlamento svizzero, «Abbandonare il nucleare - Sintesi messaggio/rapporto e deliberazioni,» [Online]. Available: www.parlament.ch/i/dokumentation/dossiers/ausstieg. [Consultato il giorno 15 10 2015].
- [4] Novatlantis, *Steps towards a sustainable development - A white book for R&D of energy-efficient technologies*, Eberhard Jochem, 2004.
- [5] Bernasconi G. et al., «PEC - Piano di azione 2013,» Dipartimento del territorio (DT), Dipartimento delle finanze e dell'economia (DFE), aprile 2013.
- [6] «Il geoportale federale,» [Online]. Available: www.geo.admin.ch.
- [7] Ufficio federale di statistica, «Censimento federale delle aziende (CA),» 2008. [Online]. Available: www.bfs.admin.ch. [Consultato il giorno 21 04 2015].
- [8] Cancelleria Comunale Terre di Pedemonte, *Numero abitanti*, 31.12.2014.
- [9] Ufficio federale di statistica, «Popolazione residente permanente in Ticino,» 31 12 2013. [Online]. Available: www.bfs.admin.ch. [Consultato il giorno 8 4 2015].
- [10] Ufficio federale di statistica UST, *Registro federale degli edifici e delle abitazioni (REA)*, 2015.
- [11] SIA, «D 0236 SIA-Effizienzpfad Energie - Ergänzungen und Fallbeispiele zum Merkblatt SIA 2040,» SIA, Zürich, 2011.
- [12] Sezione cantonale della circolazione, *Numero e tipologia di veicoli immatricolati a Terre di Pedemonte*, 2015.
- [13] Ufficio federale di statistica, «Mobilità e trasporti, infrastruttura e mezzi di trasporto - veicoli,» 2014. [Online]. Available: www.bfs.admin.ch. [Consultato il giorno 8 4 2015].
- [14] Ufficio di statistica del Cantone Ticino, *Mobilità e trasporti - Panorama*, USTAT, 2013.
- [15] Confederazione Svizzera, «Das Geoportal des Bundes: ÖV Güteklassen,» 2015. [Online]. Available: map.are.admin.ch. [Consultato il giorno 08 04 2015].
- [16] c. d. Z. S. S. s. d. i. e. d. a. SvizzeraEnergia per i Comuni, *Concetto di bilancio Società 2000 Watt*, Settembre 2014.
- [17] SvizzeraEnergia per i Comuni, *EnerCoach: tool per la contabilità energetica degli edifici - calcolatore uso stagionale*, 2015.
- [18] SvizzeraEnergia, «www.svizzeraenergia.ch,» [Online].
- [19] L. P. G. C. F. C. M. M. P. Bianchi, *Quanto calore consumano gli edifici residenziali in Ticino? Aggiornamento della metodologia di stima dell'indice energetico per il fabbisogno termico*, Dati -

statistiche e società, 2014.

- [20] Società svizzera degli ingegneri e degli architetti (SIA), *SIA 380/1:2009 - L'energia termica nell'edilizia*, Zurigo: SIA, 2009.
- [21] SvizzeraEnergia per i Comuni, Città di Zurigo, SIA Società degli ingegneri e degli architetti, *Concetto di bilancio Società a 2000 Watt*, 2014.
- [22] J. Nipkow, *Der typische Haushalt-Stromverbrauch sinkt - Neue Haushalt-Kategorien und typische Stromverbrauchswerte*, Zurigo: Agenzia svizzera per l'efficienza energetica S.A.F.E, 2013.
- [23] Città di Zurigo, UFE, Novatlantis, SvizzeraEnergia per i Comuni, *Principi per un concetto di implementazione della Società 2000 Watt sull'esempio della Città di Zurigo*, 2009.
- [24] Dipartimento dei territorio (DT), «Mobilità nel Ticino,» Bellinzona, 2004.
- [25] SvizzeraEnergia per i Comuni, UFE, Novatlatis, «Comuni, città e regioni in cammino verso la Società 2000 Watt,» 2010.
- [26] SWISSOLAR, «www.swissolar.ch,» Luglio 2015. [Online]. Available: <http://www.swissolar.ch/it/lenergia-solare/fatti-e-dati/grafici/>.
- [27] Osservatorio ambientale della Svizzera italiana, «www.ti.ch/oasi,» Luglio 2015. [Online]. Available: <http://www.oasi.ti.ch/web/catasti/mappatura-solare.html>.
- [28] swissgrid, «www.swissgrid.ch,» Luglio 2015. [Online]. Available: http://www.swissgrid.ch/swissgrid/it/home/experts/topics/renewable_energies/remuneration_re.html.
- [29] Consiglio di Stato della Repubblica e Cantone Ticino, «www.ti.ch/fer,» 29 Aprile 2014. [Online]. Available: <http://www4.ti.ch/generale/piano-energetico-cantonale/basi-legali/basi-legali/fer/>.
- [30] Ufficio federale dell'energia, «I piccoli impianti fotovoltaici potranno essere costruiti senza approvazione dei piani,» 09 10 2013. [Online].
- [31] SvizzeraEnergia per i Comuni, «Pianificazione energetica del territorio,» 2011. [Online].
- [32] Suisse éole Vereinigung zur Förderung der Windenergie in der Schweiz, «www.wind-data.ch,» 2011. [Online]. [Consultato il giorno Dicembre 2013].
- [33] Energia Legno Svizzera, «www.energia-legno.ch,» [Online].
- [34] AELSI, «www.aelsi.ch,» [Online].
- [35] Sezione dello sviluppo territoriale, «Piano direttore cantonale - Scheda di Piano direttore P9,» Consiglio di Stato e Repubblica e Cantone Ticino, 2009.
- [36] Bernasconi G. et al., «Piano energetico cantonale, Scheda settoriale P.7,» Dipartimento del territorio (DT), Dipartimento delle finanze e dell'economia (DFE), Bellinzona, 2010.
- [37] Glen Dimplex Deutschland GmbH, *Per un futuro senza gas e gasolio: con Dimplex si sfruttano le energie rinnovabili*, Kulmbach.
- [38] Ufficio federale dell'energia - UFE, «Pompes à chaleur – Questions et réponses,» 2010.
- [39] Bundesamt für Energie, «Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2014,» Bundesamt für Energie, Bern, 2015.
- [40] PACER, «Kleinwasserkraftwerken Wasserturbinen».

- [41] D. d. t. - U. d. c. d'acqua, *Mail del 3 settembre 2015*.
- [42] Azienda acqua potabile Terre di Pedemonte, *Assicurazione della qualità per gli acquedotti ticinesi*.
- [43] Biomasse suisses, «www.biomasseschweiz.ch,» [Online]. [Consultato il giorno 2014].
- [44] Ufficio dei rifiuti e dei siti inquinati, *Censimento rifiuti 2013*, 2014.
- [45] Azienda cantonale dei rifiuti, «www.aziendarifiuti.ch,» [Online]. [Consultato il giorno 2014].
- [46] Repubblica e Cantone Ticino, *Piano di gestione dei rifiuti (PGR) - Cap. G "Scarti vegetali", aggiornamento novembre 2013*.
- [47] Bernasconi G. et al., «Piano energetico cantonale, Scheda settoriale P.8,» 2010.
- [48] AELSI, «www.aelsi.ch,» Associazione per l'energia del legno della Svizzera italiana. [Online].
- [49] Associazione svizzera Infracatt, «Gestione e servizi pubblici - Teleriscaldamento: un sistema di approvvigionamento energetico ottimale per i Comuni (rielaborazione Enermi Sagl),» 2012.
- [50] Repubblica e Cantone Ticino, *Decreto esecutivo concernente le condizioni per l'ottenimento dei sussidi per la promozione dell'impiego parsimonioso e razionale dell'energia (efficienza energetica), della produzione e l'utilizzazione di energia da fonti indigene rinnovabili [...], 12 ottobre 2011*.
- [51] SvizzeraEnergia per i Comuni, «www.cittadellenergia.ch - Pianificazione energetica del territorio,» 2015. [Online]. Available: <http://www.cittadellenergia.ch/it/strumenti-misure/direttive-della-pianificazione-energetica-territoriale/>.
- [52] Infracatt, «Gestione e servizi pubblici - Teleriscaldamento: un sistema di approvvigionamento energetico ottimale per i Comuni (rielaborazione Enermi Sagl),» 2012.
- [53] Bundesverband Wärmepumpe e.V., *Heizen und Kühlen mit Abwasser*, 2005.
- [54] SvizzeraEnergia per i Comuni, *Direttive pianificazione energetica - Modulo 5*.
- [55] Kanton Zürich, *Heizen und Kühlen mit Abwasser*, 2010.
- [56] Minergie, «www.minergie.ch,» [Online]. [Consultato il giorno Novembre 2013].
- [57] S.A.F.E., *Illuminazione stradale - Risanamento degli impianti*, S.A.F.E., 2011.
- [58] Società elettrica Sopracenerina, «Progetto concorso ProKilowatt - Tegna Campagna,» 2014.
- [59] Light bd, *Tegna: pista ciclopedonale*, 2015.
- [60] Società Elettrica Sopracenerina, «Elenco dei punti luce- Cavigliano, Tegna, Verscio,» 2013.
- [61] S.A.F.E., «Bollettino di informazione di S.A.F.E.,» aprile 2011. [Online].
- [62] ALL, *Inaugurazione rete di teleriscaldamento Viganello*, 2013, Vi invitiamo a scoprire l'acqua calda.
- [63] Consiglio di Stato della Repubblica e Cantone Ticino, «www.ti.ch/incentivi,» 2011. [Online]. Available: Decreto esecutivo del 12 ottobre 2011.
- [64] Ferrovie Federali Svizzere, *Strategia energetica delle FFS - Factsheet*, 2015.