

Concetto energetico Minusio

Bilancio, obiettivi e potenziali

25.04.2014





Indice

1	Premessa	1
2	Politica energetica e climatica	2
2.1	Confederazione	2
2.1.1	Svizzera Energia e Strategia energetica 2050	2
2.1.2	Società a 2000 Watt	3
2.2	Cantone Ticino	5
3	Quadro conoscitivo	6
3.1	Portrait del Comune	6
3.2	Contesto socio-economico	6
3.3	Edifici.....	8
3.4	Mobilità.....	12
4	Bilancio energetico dei consumi a livello comunale	14
4.1	Energia per la mobilità	14
4.1.1	Metodologia e risultati	14
4.1.2	Indicatori della mobilità	16
4.2	Energia termica	17
4.2.1	Metodologia e risultati	17
4.2.2	Indicatori dell'energia termica	21
4.3	Energia elettrica	22
4.3.1	Metodologia e risultati	22
4.3.2	Indicatori dell'energia elettrica	26
4.4	Consumo globale di energia finale.....	27
4.5	Consumo globale di energia primaria ed emissioni di gas serra.....	30
5	Obiettivi comunali di politica energetica e climatica	33
6	Potenziali di produzione dalle energie rinnovabili	35
6.1	Energia elettrica e termica dal sole	35
6.1.1	Potenziale teorico	36
6.1.2	Potenziale fattibile	37
6.1.3	Indicatori e obiettivi energia solare.....	42
6.2	Energia elettrica dal vento (energia eolica)	43
6.3	Energia termica ed elettrica dal legno	45
6.3.1	Potenziale energia termica.....	46
6.3.2	Potenziale energia elettrica.....	46
6.3.3	Indicatori e obiettivi energia dal legno.....	47

6.4	Energia termica dall'ambiente	48
6.4.1	Potenziale calore ambientale dall'acqua di falda	49
6.4.2	Potenziale calore ambientale dal lago	50
6.4.3	Potenziale calore ambientale dal sottosuolo	51
6.4.4	Potenziale calore ambientale dall'aria.....	53
6.4.5	Panoramica potenziale calore ambientale.....	54
6.4.6	Indicatori e obiettivi calore ambientale	54
6.5	Energia elettrica dall'acqua (idroelettrico)	55
6.5.1	Energia elettrica dalle acque superficiali	55
6.5.2	Energia elettrica dall'acqua potabile (idroelettrico)	56
7	Potenziali di produzione da rifiuti e scarti vegetali.....	59
7.1	Rifiuti solidi urbani (RSU)	59
7.2	Scarti vegetali	59
8	Potenziali delle infrastrutture	61
8.1	Reti di teleriscaldamento.....	61
8.2	Rete del gas	65
8.2.1	Il ruolo del gas nella politica energetica e climatica	65
8.2.2	Metanord SA.....	66
8.2.3	Comune di Minusio	67
8.2.4	Considerazioni finali.....	67
8.3	Calore residuo dalle canalizzazioni	68
9	Potenziali di efficienza energetica.....	71
9.1	Energia termica del parco edifici	71
9.1.1	Potenziale teorico	71
9.1.2	Potenziale fattibile	74
9.1.3	Indicatori del potenziale di efficienza di energia termica	74
9.2	Energia elettrica per l'illuminazione stradale.....	75
9.2.1	Indicatori del potenziale energia elettrica per l'illuminazione stradale	78
9.3	Energia elettrica (riscaldamento e illuminazione stradale esclusi)	79
9.3.1	Indicatori del potenziale energia elettrica	81
10	Panoramica dei potenziali e confronto con gli obiettivi della Società a 2000 Watt.....	82
11	Tavole.....	85
12	Allegato: Potenziale di produzione di energia dal bosco	86
13	Allegato: Delimitazione delle aree idonee allo sfruttamento del sottosuolo.....	87
14	Bibliografia	88



1 Premessa

In giugno 2013 il Comune di Minusio 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 Concetto energetico oggetto del presente rapporto riassume tutte le analisi riferite all'elaborazione del PECo di Minusio (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:

- Obiettivi della politica energetica e climatica comunale
Sono obiettivi quantitativi concernenti la riduzione del consumo di energia e delle rispettive emissioni di CO₂ e lo sviluppo delle energie rinnovabili e del calore residuo sul territorio comunale.
- Piano energetico comunale (PECo)
È un piano che identifica le zone prioritarie per lo sviluppo delle energie rinnovabili rispettivamente lo sfruttamento di calore residuo sul territorio comunale.
- 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.

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 e le cinque centrali nucleari esistenti in Svizzera (Beznau I nel 2019, Beznau II e Mühleberg nel 2022, Gösgen nel 2029, Leibstadt nel 2034) saranno quindi disattivate al termine del loro ciclo di vita e 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 6000 Watt; 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.

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, pertanto, 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 dagli attuali 6'300 Watt 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 attuali quasi 9 tonnellate 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 a tappeto, sarebbe possibile utilizzare 1/3 dell'attuale quantità di energia consumata ottenendo 2/3 di prestazioni in più (2). Il comportamento individuale e un utilizzo delle risorse dettato dal buon senso restano tuttavia un elemento fondamentale 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 dall'uso che se ne fa. 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 (cfr. 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.

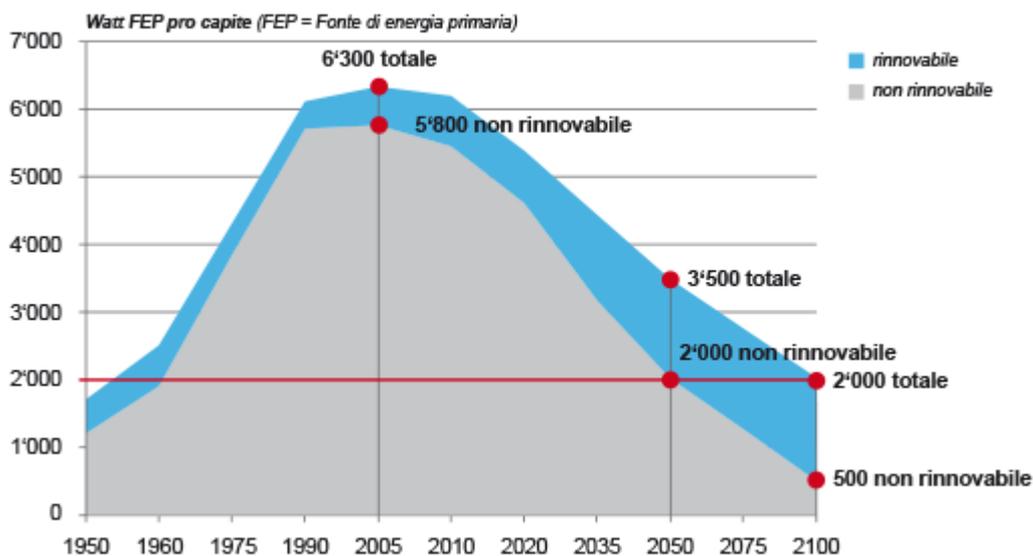


Grafico 1: Il percorso di riduzione a lungo termine della Svizzera verso gli obiettivi della Società a 2000 Watt, con la tappa intermedia al 2050.

La concretizzazione della Società a 2000 Watt è quindi un percorso a lungo termine che coinvolge più generazioni e tutti gli attori della società. 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 (cfr. Tabella 1). Tali obiettivi sono da considerare come globali per tutta la Svizzera, il procedimento per definire gli obiettivi a livello regionale o comunale è descritto nel cap. 5 del presente rapporto.

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

Percorso di riduzione	Oggi	2020	2035	2050	Società a 2000 Watt
Fattori di riduzione - CH Watt per abitante	100%	85%	70%	55%	32%
Consumo di energia primaria - CH Watt per abitante	6'300	5'400	4'400	3'500	2'000
Fattori di riduzione di CO ₂ - CH (CO ₂ -eq. per abitante e anno)	100%	75%	50%	25%	12%
Emissioni di CO ₂ - CH (CO ₂ -eq. per abitante e anno)	8.5	6.4	4.2	2.0	1.0

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 (3):

- 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 delle misure del PEC ha già preso avvio con la decisione del 27.12.2013 di allestire un Fondo cantonale per la promozione delle Energie Rinnovabili (FER) (4).

3 Quadro conoscitivo

3.1 Portrait del Comune

Il Comune di Minusio è situato nel Distretto di Locarno a un'altitudine di 246 m s.l.m. e si affaccia sul Lago Verbano (o Lago Maggiore). Il territorio si estende per una superficie di 585 ettari dalle sponde del lago sino a un'altitudine di 1'600 metri circa e include un'ampia superficie boschiva. Il territorio offre un'elevata varietà di ambienti che, accompagnata da un'offerta di servizi completa, rende Minusio attrattivo sia per i residenti sia per i molti visitatori che, soprattutto durante il periodo estivo, si recano nella regione per trascorrere le vacanze.

Accanto alla vocazione turistico-residenziale, Minusio è caratterizzato anche da una particolare sensibilità ambientale: da anni il Comune si impegna a favore delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica. Tra le misure attuate si conta ad esempio la realizzazione di una centrale idroelettrica di piccola potenza e di un impianto fotovoltaico, lo sfruttamento del calore residuo della galleria Mappo-Morettina, la moderazione e l'arredo urbano di molteplici zone residenziali in favore di una mobilità lenta e sostenibile, il rilievo dei consumi energetici dei propri stabili, l'acquisto di 15 MWh all'anno di elettricità ecologica certificata e molto altro ancora.

Tale impegno è stato coronato dall'ottenimento, nel 2011 e quale primo comune del Locarnese, del marchio Città dell'energia, un riconoscimento che contraddistingue i comuni che attuano una politica energetica all'avanguardia, in linea con gli obiettivi federali e cantonali in materia. Oggi Minusio è nuovamente il primo comune del Locarnese ad aver deciso di dotarsi di un "Concetto energetico comunale", allo scopo di pianificare al meglio l'approvvigionamento energetico sul proprio territorio.

3.2 Contesto socio-economico

Dal profilo socio-economico Minusio 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 (5).

Tabella 2: Popolazione residente e addetti equivalenti a tempo pieno (ETP). (6)

Indicatore	Minusio	Cantone Ticino
Popolazione	7'282	341'652
Addetti ETP* - Totale	1'327	159'148
Addetti ETP - Primario	2	2'118
Addetti ETP - Secondario	363	46'263
Addetti ETP - Terziario	962	110'767
Addetti ETP/abitante	0.2	0.5

La maggior parte dei posti di lavoro, circa il 72%, si situa nel settore terziario⁴. Nel settore primario si trova invece meno dell'1% degli ETP.

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.

⁴ Settore terziario: servizi. Settore secondario: artigianato e industria. Settore primario: agricoltura.

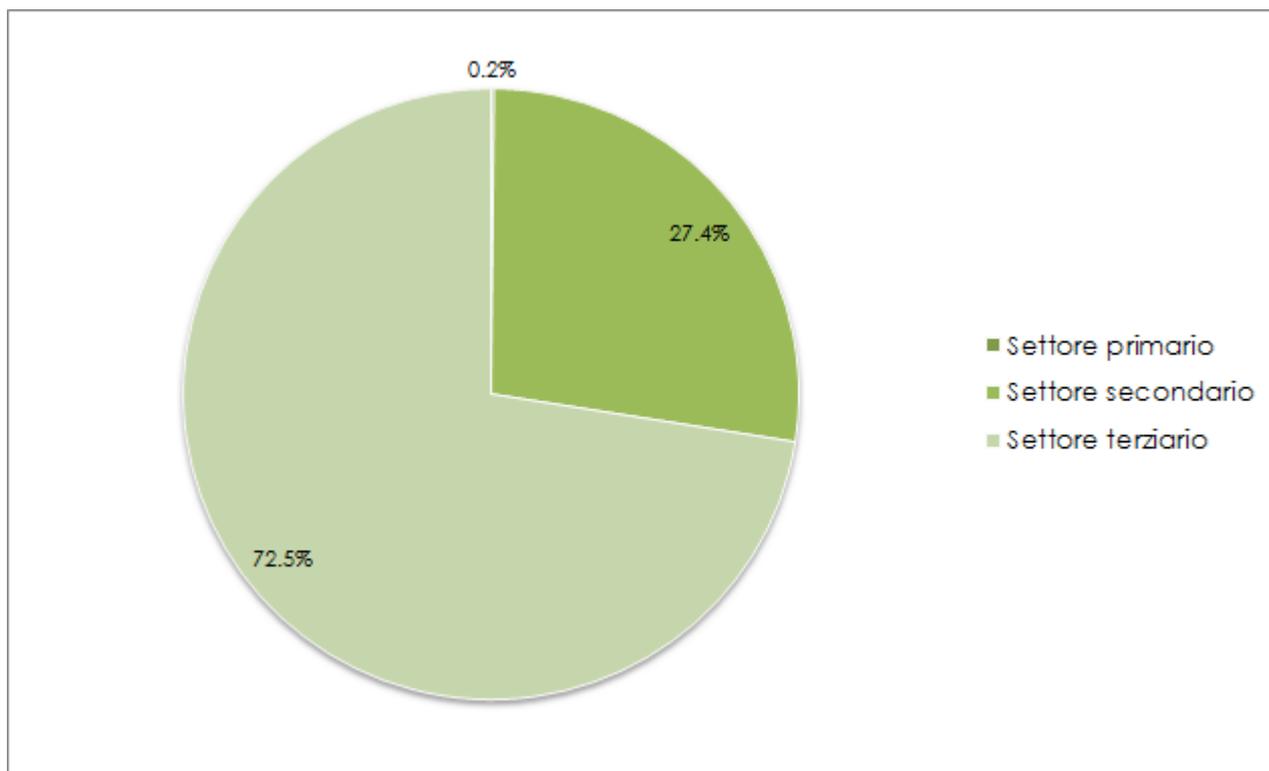


Grafico 2: Addetti equivalenti a tempo pieno (ETP) di Minusio, suddivisi per settore economico.

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.



3.3 Edifici

In base ai dati del Registro degli edifici e delle abitazioni (REA, stato 09.09.2013), il parco edifici di Minusio è composto da un totale di 1'962 stabili (7). Per poter inquadrare la situazione del parco edifici comunale e svolgere poi il bilancio dei consumi di energia termica (cfr. cap. 4.2.1), i dati contenuti nel REA (cfr. Figura 1) 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.

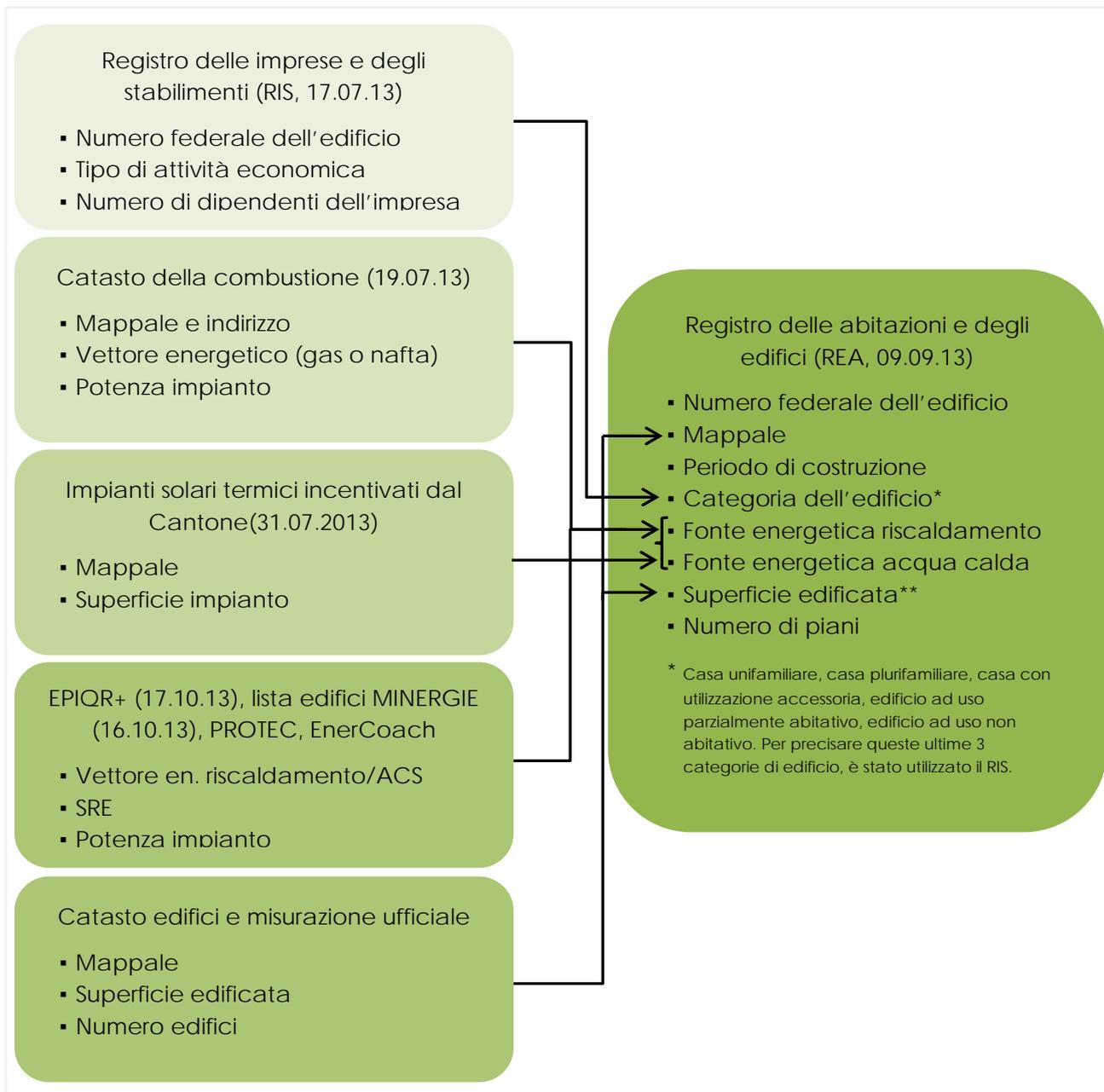


Figura 1: Correzione e completamento dei dati contenuti nel REA. Le frecce indicano quale fonte di dati (elenco a sinistra) è stata utilizzata per correggere e/o completare quale parametro del REA.

Questa analisi ha permesso di caratterizzare ogni edificio in base alla categoria di appartenenza, di completare i dati riferiti ai vettori energetici impiegati per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria⁵ 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. 4.2.1).

Da un'analisi dei dati revisionati del REA è confermato il carattere prevalentemente residenziale del comune di Minusio, già riscontrato nel capitolo 3.1, trova riscontro anche nel parco edifici. Gli edifici abitativi⁶ costituiscono a Minusio circa il 97% del parco edifici esistente, fra questi la tipologia monofamiliare risulta maggiormente diffusa rispetto a quella plurifamiliare (+17% ca.). La terza categoria in ordine di importanza è quella dell'amministrazione, con poco meno del 2%.

Tabella 3: Parco edifici suddiviso per tipologia di costruzione.

Tipologia	Numero edifici per tipologia	Quota edifici per tipologia
Locale pubblico	1	0.1%
Ospedali	1	0.1%
Magazzino	2	0.1%
Impianti sportivi	3	0.2%
Ristorante	5	0.3%
Scuola	5	0.3%
Industria	6	0.3%
Negozi	18	0.9%
Amministrazione	31	1.6%
Plurifamiliare	779	39.7%
Monofamiliare	1'111	56.6%
Totale	1'962	100%

In base alle statistiche risulta che in Svizzera la maggior parte degli edifici è stata costruita prima del 1975 (8) e Minusio, con il 70% circa di edifici costruiti prima del 1971, è in linea con la situazione nazionale. Dai dati riportati nel Grafico 3 risulta inoltre che più dell'85% del parco edifici di Minusio risale a un'epoca di costruzione precedente l'entrata in vigore delle prime prescrizioni energetiche per gli edifici a livello cantonale, avvenuta nel 1992 (9).

Il 51% degli edifici utilizza, quale vettore di riscaldamento principale, l'olio combustibile, seguito dal 20% che ha un impianto di riscaldamento elettrico e dall'11% che è invece dotato di pompa di calore. Legna, 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 4, per il 20% circa degli edifici non è stato possibile definire il vettore energetico di riscaldamento ("Altre fonti" e "Nessun dato disponibile").

⁵ Non è stato possibile utilizzare i dati forniti dalla SES, poiché privi di riferimento al mappale o all'edificio.

⁶ 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.

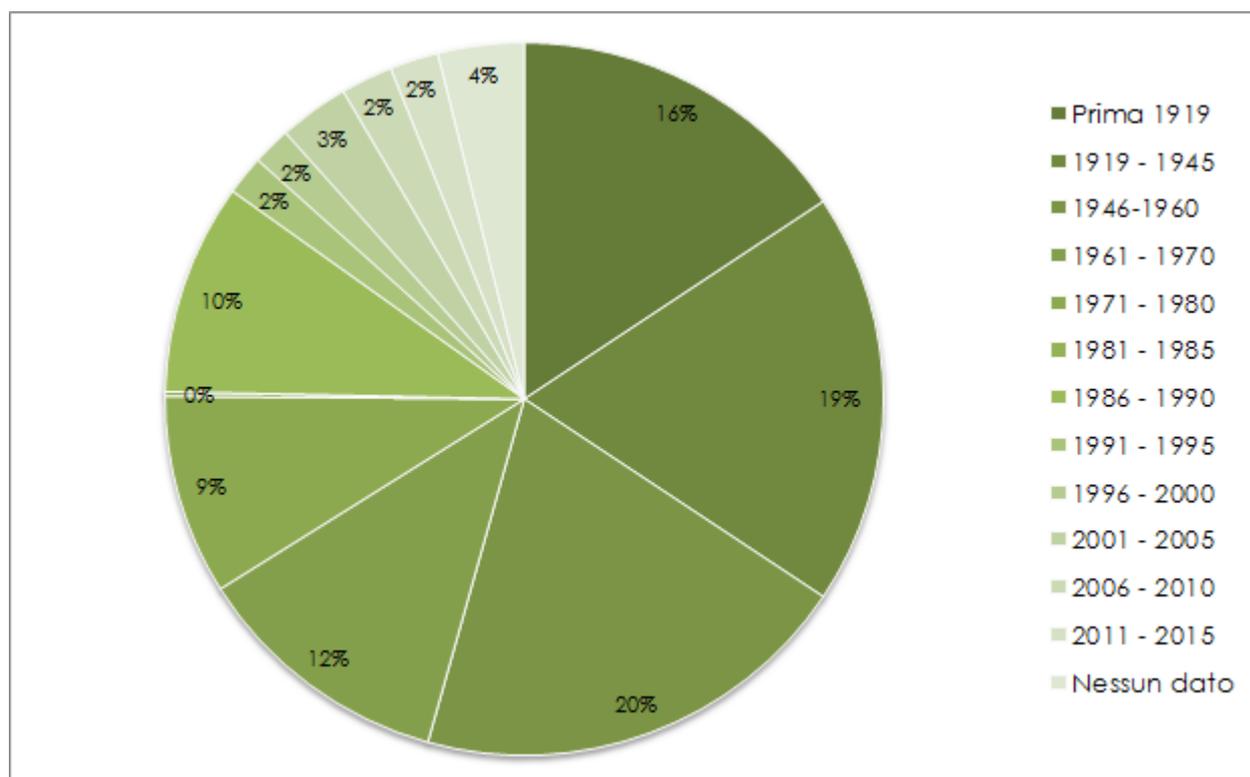


Grafico 3: Parco edifici di Minusio, suddiviso per epoca di costruzione.

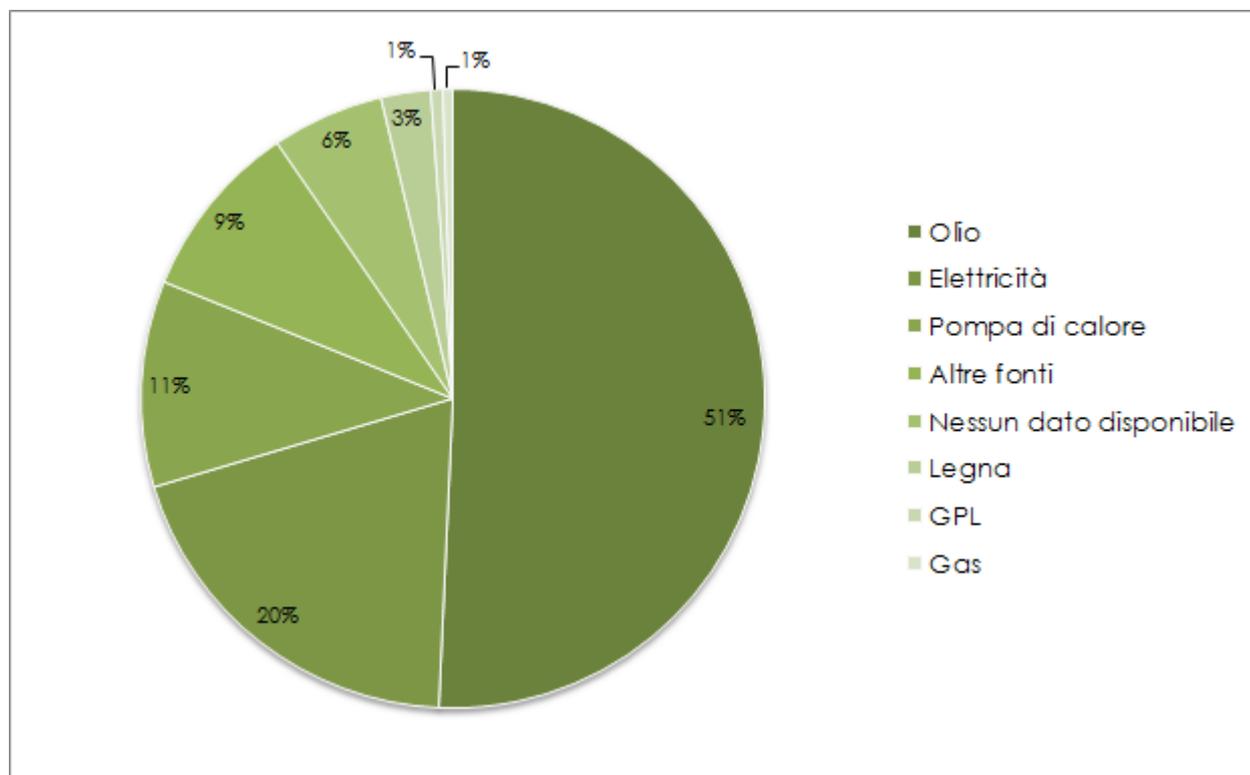


Grafico 4: Parco edifici di Minusio, suddiviso per vettore di approvvigionamento energetico principale (riscaldamento).



Il 43% degli edifici utilizza, quale vettore per la produzione dell'acqua calda sanitaria, l'olio combustibile, seguito dal 31% che la produce con elettricità e dal 7% 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, come indicato nel grafico sottostante, per il 13% circa degli edifici non è stato possibile definire il vettore energetico per la produzione dell'acqua calda sanitaria ("Altre fonti" e "Nessun dato disponibile").

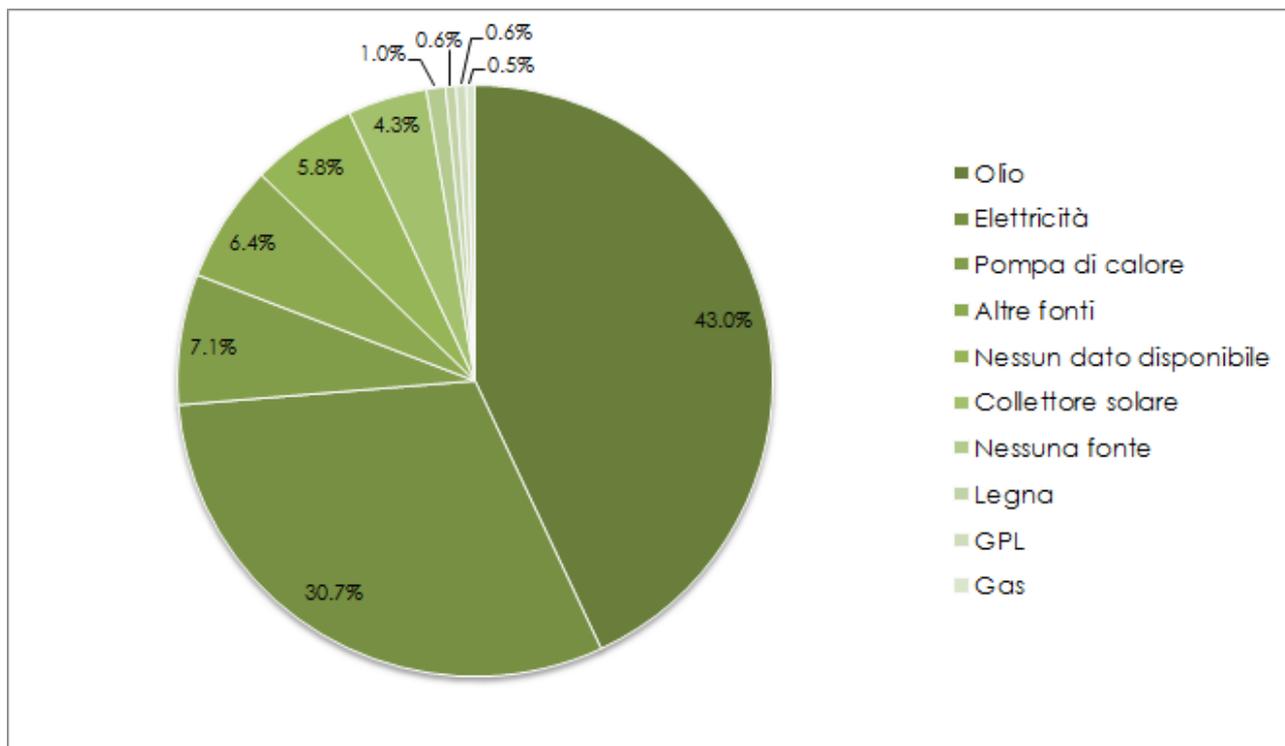


Grafico 5: Parco edifici di Minusio, suddiviso per vettore energetico di produzione dell'acqua calda sanitaria.

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

Il dettaglio della distribuzione dei vettori energetici sul territorio di Minusio è rappresentato nella tavola "I. Vettori energetici", mentre in quella "II. Impianti a combustione" sono rappresentati gli impianti a nafta in funzione della potenza (cfr. cap. 11).

3.4 Mobilità

Il parco veicoli di Minusio è oggi⁷ costituito da un totale di 5'228 veicoli, il 77% circa dei quali sono autoveicoli, seguiti dal 18% circa di motoveicoli e dal 5% circa di autofurgoni e autocarri. Le altre tipologie di veicolo a motore costituiscono solo lo 0.8% del parco veicoli globale.

Tabella 4: Parco dei veicoli stradali di Minusio, suddiviso per tipologia di veicolo a motore. (10)

Tipologia di veicolo	N° veicoli	% veicoli
Automobile, Autoveicolo leggero	3'998	76.5%
Motoveicolo, Moto leggera, Motoveicolo a 3 ruote	956	18.3%
Autocarri, Autofurgoni	233	4.5%
Carro di lavoro	10	0.2%
Carro motore agricolo, Monoasse agricolo, Trattore agricolo	10	0.2%
Carro con motore	7	0.1%
Macchina semovente	6	0.1%
Quadriciclo a motore	4	0.1%
Furgoncini	3	0.1%
Slitta a motore	1	0.0%
Totale	5'228	1

A Minusio il 79% circa dei veicoli è a benzina, seguito da un 20% circa alimentato a diesel. I veicoli che utilizzano altre tipologie di carburante, risp. altri sistemi di trazione, costituiscono l'1% circa del parco veicoli globale.

Tabella 5: Parco dei veicoli stradali di Minusio, suddiviso per tipologia di carburante risp. sistema di trazione. (10)

Carburante/Sistema di trazione	Numero	%
Benzina	4'142	79.2%
Diesel	1'033	19.8%
Benzina ibrido ⁸	32	0.6%
Elettrico	7	0.1%
Altro	6	0.1%
GPL benzina	3	0.1%
Benzina etanolo	2	0.0%
Gas benzina	2	0.0%
Diesel ibrido	1	0.0%
Totale	5'228	100%

Un confronto dei dati comunali con quelli cantonali e federali (cfr. Tabella 6) indica che, per quanto concerne la tipologia di carburante risp. il sistema di trazione, il parco veicoli di Minusio è in

⁷ Non è stato purtroppo possibile risalire al dato del 31.12.2012. Questo valore è del 09.07.2013. È tuttavia lecito ipotizzare che in sei mesi il parco veicoli di Minusio non abbia subito cambiamenti significativi.

⁸ I veicoli ibridi attualmente in circolazione - a Minusio in totale 33 risp. lo 0.6% - 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 e diesel.



linea con la media ticinese e svizzera (differenze inferiori o uguali al 5%). Il tasso di motorizzazione del comune di Minusio risulta invece maggiore del 16% rispetto a quello cantonale e del 37% rispetto a quello federale.

Tabella 6: Confronto dei dati principali del parco dei veicoli stradali di Minusio con quelli a livello cantonale e federale. (10) (11)

	Minusio		Cantone Ticino		CH	
Carburante/Sist. trazione	Numero	%	Numero	%	Numero	%
Benzina	4'174	80%	159'276	75%	3'278'675	77%
Diesel	1'034	20%	50'343	24%	934'084	22%
Elettrico	7	0%	141	0%	1'758	0%
Altro	13	0%	1'937	1%	40'208	1%
Totale veicoli	5'228		211'697		4'254'725	
Tasso di motorizzazione ⁹	0.72		0.62		0.53	

L'elevata differenza del tasso di motorizzazione del comune di Minusio rispetto al valore nazionale non sorprende, il Ticino è infatti il Cantone con il più alto tasso di motorizzazione in Svizzera (12). La differenza rispetto al valore cantonale si può invece spiegare con la qualità di allacciamento al trasporto pubblico: come illustrato in Figura 2, Minusio risulta infatti nella classe C "allacciamento mediocre" (13). 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.

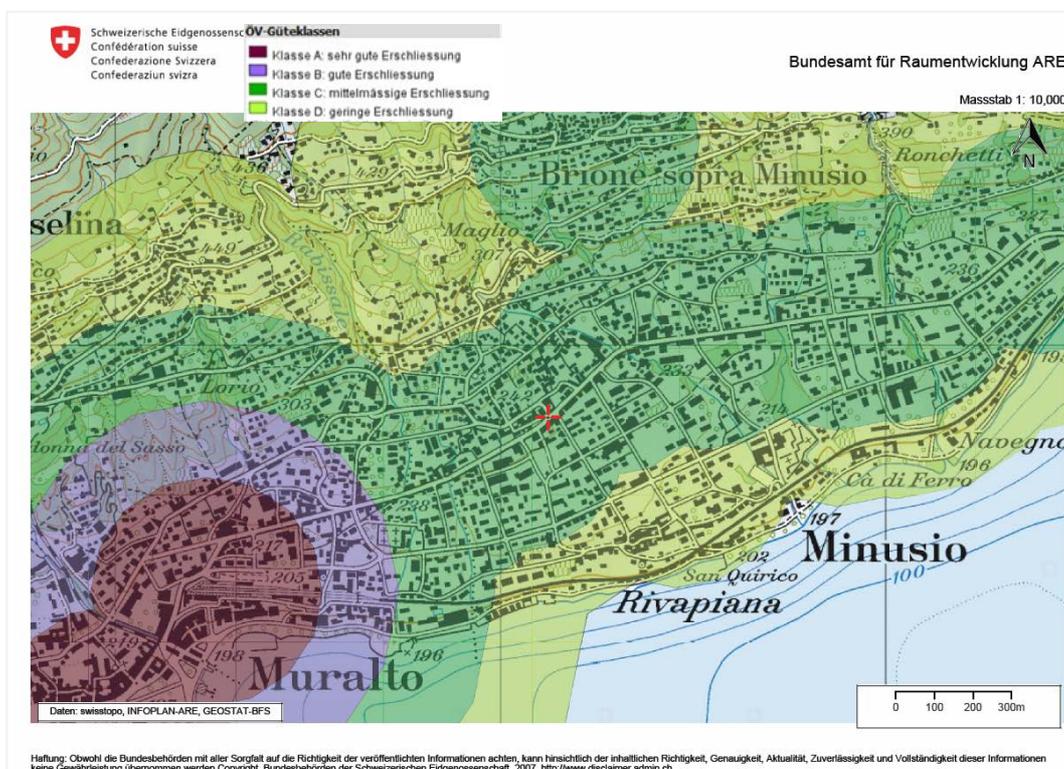


Figura 2: Qualità dell'allacciamento del trasporto pubblico del comune di Minusio. (14)

⁹ Veicoli/abitante.

4 Bilancio energetico dei consumi a livello comunale

4.1 Energia per la mobilità

4.1.1 Metodologia e risultati

La stima del consumo di energia per la mobilità è stata svolta conformemente al concetto di bilancio della Società a 2000 Watt (15), con un approccio top-down e in base al principio di causalità, che considera i consumi generati dalla popolazione di Minusio dentro e fuori il territorio comunale.

Per ogni abitante della Svizzera è definito un consumo medio di energia primaria¹⁰ per il traffico motorizzato espresso in potenza continua pari a 1'280 Watt pro capite. Tale consumo è poi corretto in base alla tipologia di comune, come riportato nella tabella sottostante.

Tabella 7: Variazioni dei consumi per la mobilità in base alla tipologia di comune. (15)

Tipologia di comune	In rapporto alla media Svizzera	Energia primaria per abitante
Media CH	100%	1'280
Agglomerati urbani/città isolate	70%	900
Altri agglomerati	105%	1'340
Comuni di campagna	125%	1'600

Per Minusio è stato quindi definito un consumo di energia primaria per il traffico motorizzato espresso in potenza continua pari a 1'340 Watt pro capite rispettivamente, considerando i 7'282 abitanti del comune, a 85'479 MWh all'anno. A questo importo sono poi stati aggiunti 140 Watt pro capite, rispettivamente 8'931 MWh annui, per gli spostamenti in treno e 260 Watt pro capite, rispettivamente 16'585 MWh annui, per gli spostamenti in aeroplano. Come rappresentato nella tabella sottostante, il consumo totale di energia primaria imputabile alla mobilità è stimato, per Minusio, a 110'995 MWh all'anno.

Tabella 8: Approccio top-down per la stima del consumo di energia primaria per la mobilità.

Consumo pro capite traffico motorizzato [W] ¹¹	1'280
Correzione in base alla tipologia di comune "Altri agglomerati"	105%
Consumo pro capite [W]	1'340
Consumo traffico motorizzato [MWh/a]	85'479
Consumo pro capite ferrovia [W]	140
Consumo traffico ferroviario [MWh/a]	8'931
Consumo pro capite aereo [W]	260
Consumo aereo [MWh/a]	16'585
Consumo totale energia primaria mobilità [MWh/a]	110'995

¹⁰ 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. (15)

¹¹ TIM, TP su strada e traffico merci su gomma.



I valori di consumo di energia primaria per il traffico motorizzato sono stati suddivisi in riferimento alla quota di veicoli per tipologia di carburante, rispettivamente sistema di trazione (cfr. Tabella 5). Con l’ausilio dei fattori di conversione dell’energia finale in energia primaria¹² (16), è poi stato definito, in base alla seconda formula riportata di seguito, il consumo di energia finale per vettore energetico imputabile alla mobilità.

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

$$EP = \frac{EF * f_{EP}}{Hu/Ho^{13}}$$

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

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

Tabella 9: Fabbisogno di energia primaria e finale per la mobilità, suddiviso per vettore energetico.

Vettore energetico	Energia primaria [MWh/a]	Fattore di convers. EF > EP [MJ-eq./MJ]	Hu/Ho	Energia finale [MWh/a]
Diesel	16'890	1.22	0.94	10'845
Benzina	67'723	1.29	0.93	40'686
Diesel ibrido	16	1.22	0.94	10
Benzina ibrido	523	1.29	0.93	314
Elettrico ¹⁴	114	2.97	1.00	32
Benzina etanolo	33	1.29	0.93	20
Altro ¹⁵	98	1.22	0.92	62
Gas benzina	33	1.15	0.90	21
GPL benzina	49	1.15	0.92	33
Cherosene	16'585	1.19	0.94	10'918
Elettricità FFS ¹⁶	8'931	1.34		5'562
Totale	110'995			68'503

Il fabbisogno totale di energia finale per la mobilità è stimato, per Minusio, a 68'503 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 (17).

¹² Il fattore di energia primaria è il rapporto fra la quantità di energia primaria necessaria a fornire una determinata quantità di energia e l’energia finale fornita.

¹³ 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. (16)

¹⁴ Il rifornimento dei veicoli non viene riferito al solo territorio di Minusio ma a tutto il Cantone. Mix di consumo medio cantonale 2012 (AET): 90% idroelettrico, 10% nucleare. (70)

¹⁵ Non potendo definire quali carburanti appartengono a questa categoria, quale fattore di conversione è qui stata utilizzata la media fra diesel, gas e benzina.

¹⁶ Elettricità di trazione FFS, 100% idroelettrico. (67)



4.1.2 Indicatori della mobilità

Nella tabella sottostante sono riportati degli indicatori che il comune di Minusio potrebbe raccogliere e aggiornare annualmente allo scopo di monitorare, a lungo termine, l’evoluzione del parco veicoli e più in generale della mobilità a livello comunale. Per farlo avvalersi dell’ausilio del tool gratuito di SvizzeraEnergia per i Comuni “Contabilità della mobilità”, scaricabile gratuitamente dal sito www.cittadellenergia.ch.

Tabella 10: Indicatori relativi al parco veicoli comunale.

Indicatore	Valore di rif. anno 2012	Fonte/Elaborazione
N° veicoli immatricolati al 31.12. suddiviso per carburante/sistema traz.	5'228	Sezione della circolazione
N° di abitanti al 31.12.	7'282	Controllo abitanti
Tasso di motorizzazione	0.72	Calcolo: veicoli/abitanti
Quota veicoli elettrici	0.1%	Estrapolazione dai dati della Sezione della circolazione
Quota veicoli ibridi	0.6%	Estrapolazione dai dati della Sezione della circolazione

Tabella 11: Indicatori relativi al trasporto pubblico e alla mobilità lenta a livello comunale.

Indicatore	Riferimento	Fonte/Elaborazione
Numero di incentivi erogati per il TP, suddiviso per tipologia di incentivo ¹⁷	31.12.	Cancelleria comunale
Importo incentivi erogati per il TP, suddiviso per tipologia di incentivo	31.12.	Cancelleria comunale
Quota annua delle carte giornaliere FFS utilizzate	31.12.	Cancelleria comunale
N° di richieste per abitante, suddiviso per tipologia di incentivo	31.12.	Calcolo: numero richieste/abitante
Importo erogato per abitante, suddiviso per tipologia di incentivo	31.12.	Calcolo: CHF erogati/abitante

¹⁷ Ad esempio: incentivi arcobaleno, biciclette elettriche.

4.2 Energia termica

4.2.1 Metodologia e risultati

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 (15), 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 Minusio, suddiviso per vettore energetico, è stata realizzata sulla base dei dati corretti e completati del REA (cfr. Figura 1).

Stima del consumo di energia termica per il riscaldamento

In questo ambito sono stati utilizzati due differenti approcci in base alla tipologia di dato disponibile:

- potenza dell'impianto di riscaldamento disponibile
» **energia termica per il riscaldamento = potenza * 1500/h – consumo ACS;**
- potenza dell'impianto di riscaldamento non disponibile
» A_E dalla lista edifici MINERGIE¹⁸, da EnerCoach o dai dati dell'analisi PROTEC¹⁹ oppure, quando non disponibile, stima in base alla seguente formula:
 $A_E = \text{superficie edificata} * n^\circ \text{ di piani} * 0.8^{20}$;
» consumo di energia dalla lista edifici MINERGIE, da EnerCoach o dai dati dell'analisi PROTEC oppure, se non disponibile, stima in base alla seguente formula:
consumo di energia termica per il riscaldamento = $A_E * IE$ (cfr. Grafico 6) – consumo ACS.

Il consumo di energia termica per il riscaldamento stimato con gli indici energetici è poi stato corretto con una riduzione pari al 20% in considerazione dei seguenti aspetti:

- la maggior parte degli edifici costruiti prima del 2000²¹ è già stata sottoposta a interventi, seppur parziali, di manutenzione rispettivamente di risanamento energetico e/o sostituzione dei generatori di calore, che hanno permesso di ridurre il consumo;
- non tutti i locali di un edificio, pur facendo parte dell'involucro termico, sono necessariamente riscaldati o riscaldati sull'arco dell'intera giornata (comportamento);
- il 25% degli edifici residenziali presenti sul territorio sono di carattere secondario e non sono quindi occupati in modo permanente²²;
- spesso gli edifici dotati di riscaldamento elettrico vengono riscaldati a temperature inferiori alla media.

La plausibilità della riduzione applicata 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 cantonale (cfr. cap. 4.3.1).

¹⁸ In totale 11 edifici a Minusio, in costruzione o già esistenti.

¹⁹ Edifici pubblici con dati EPIQR+ (stato 17.10.2013): Casa anziani REA, Casa San Gottardo, Municipio, Centro culturale Elisarion, SI Via Mezzaro, SE Cadogno 1.

²⁰ Si ipotizza che in media ca. il 20% di ogni edificio non sia riscaldato (cantine, garage ecc.).

²¹ Condizione per accedere ai finanziamenti del Programma Edifici.

²² Al 25% 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. (69)

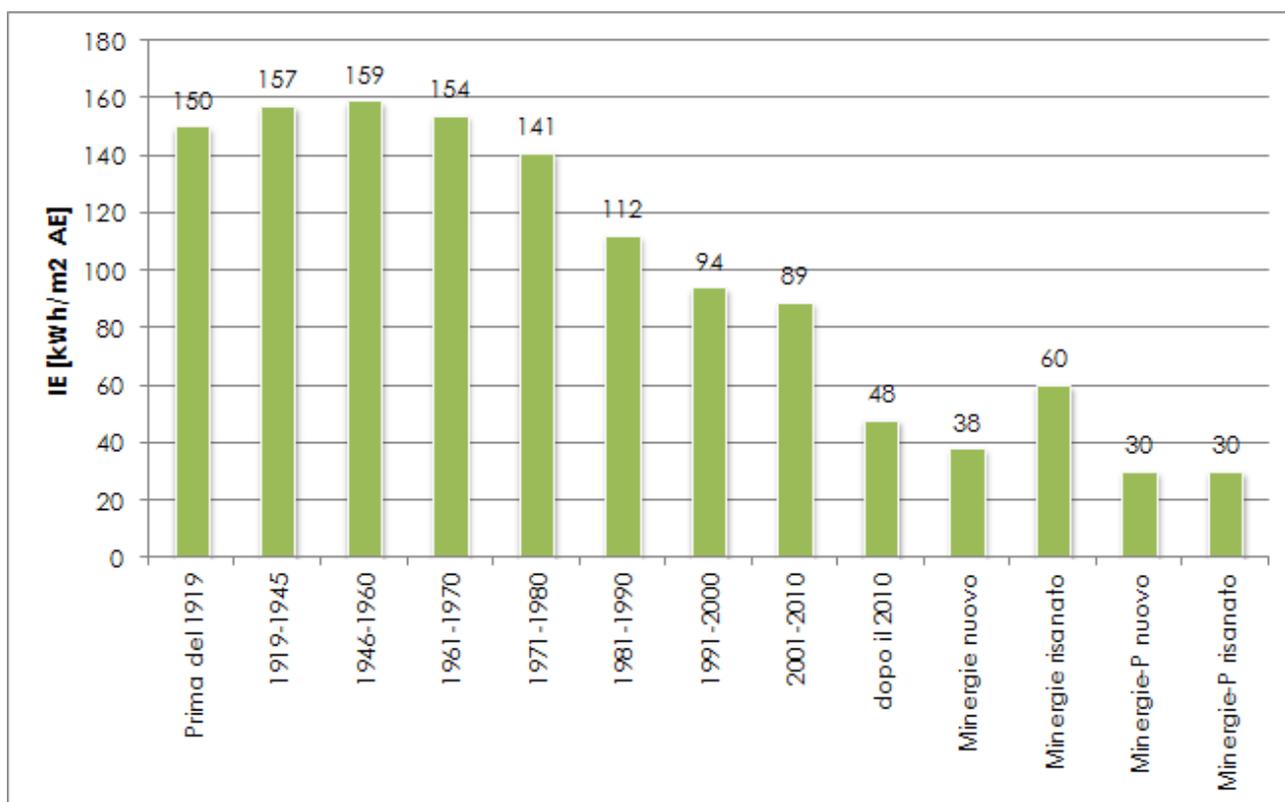


Grafico 6: Fabbisogno annuo di energia termica per il riscaldamento (IE) riferito agli edifici residenziali in Cantone Ticino, suddiviso per epoca di costruzione (18).

Infine, partendo dall'ipotesi che la suddivisione dei vettori energetici per il riscaldamento, negli stabili che non dispongono di un'indicazione precisa, rispecchia quella a livello comunale, agli edifici per i quali non vi erano indicazioni chiare in merito al vettore energetico (circa il 20%, cfr. Grafico 4), sono state applicate le quote riferite al numero di edifici suddiviso per vettore energetico di riscaldamento senza tenere conto delle voci "Altre fonti" e "Nessun dato disponibile".

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

- assegnazione della rispettiva categoria SIA (Norma SIA 380/1) ad ogni edificio (cfr. Tabella 3) e del rispettivo indice di fabbisogno termico annuale per l'acqua calda (cfr. Tabella 12);
- A_E dalla lista edifici MINERGIE, da EnerCoach o dai dati dell'analisi PROTEC oppure, quando non disponibile, stima in base alla seguente formula:
 $A_E = \text{superficie edificata} * n^\circ \text{ di piani} * 0.8;$
- stima in base alla seguente formula:
consumo di energia = $A_E * \text{fabbisogno termico per l'acqua calda sanitaria}$ (cfr. Norma SIA 380/1).

Il consumo di energia termica per l'acqua calda sanitaria stimato con gli indici energetici è stato poi corretto con una riduzione pari al 20% circa, considerato che il 25% degli edifici residenziali presenti sul territorio sono di carattere secondario e non sono quindi occupati in modo permanente²³.

²³ Al 25% del consumo per l'acqua calda 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. (69)



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 cantonale (cfr. 4.3.1).

Tabella 12: Fabbisogno termico annuale per l’acqua calda per superficie di riferimento energetico in condizioni normali di utilizzo. (19).

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

Infine, partendo dall’ipotesi che la suddivisione dei vettori energetici per l’acqua calda sanitaria, negli stabili che non dispongono un’indicazione precisa, rispecchia quella a livello comunale, agli edifici per i quali non vi erano indicazioni chiare in merito al vettore energetico (circa il 13%, cfr. Grafico 5), sono state applicate 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”.

Consumo di energia per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria del parco edifici comunale

Il consumo di calore del parco edifici di Minusio 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 **93'128 MWh/anno**.

Tabella 13: Consumo di energia per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria del parco edifici di Minusio (pubblico e privato), suddiviso per vettore energetico e categoria di utenza²⁴.

	Economie domestiche [MWh]	Commercio, servizi [MWh]	Edifici comunali [MWh]	Industria, artigianato [MWh]	Totale Globale [MWh]	Totale Globale [%]
Collettore solare	629	0	0	0	629	1%
Elettricità	5'845	104	69	21	6'039	6%
Gas	255	0	0	0	255	0%
GPL	723	0	0	0	723	1%
Legna	857	0	30	0	887	1%
Olio	66'316	8'582	1'617	390	76'906	83%
PDC elettricità ²⁵	2'415	127	21	0	2'563	3%
PDC calore ambientale	4'830	254	8	0	5'092	5%
PDC calore residuo	0	0	33	0	33	0%
Totale	81'870	9'067	1'779	411	93'128	100%
Totale %	88%	10%	2%	0%		

Come si può notare l'83% circa del consumo di energia termica del parco edifici comunale è coperto da olio combustibile. La quota di vettori energetici termici (senza considerare quindi l'elettricità utilizzata a scopo di riscaldamento) di origine rinnovabile rispetto al consumo globale di calore è pari al **7%** circa (**6'641 MWh/anno**). La medesima quota riferita esclusivamente agli stabili comunali è invece di poco inferiore al 4%. La maggior parte del consumo di energia termica (88%) 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 Minusio (cfr. cap. 3.1). Il 10% del consumo è imputabile ai commerci e servizi mentre il 2% circa agli stabili di proprietà comunale. Rispetto agli altri, il settore dell'industria e dell'artigianato riveste un ruolo marginale dal profilo dei consumi di energia termica.

²⁴ Eventuali differenze di un'unità tra i singoli importi dei vettori energetici e i totali presentati sono dovute ad arrotondamenti.

²⁵ Consumo totale degli edifici dotati di pompa di calore e Coefficient of Performance (COP) medio pari a 3: 1/3 elettricità, 2/3 calore ambientale o residuo (Mappo).

4.2.2 Indicatori dell'energia termica

Nella tabella sottostante sono riportati degli indicatori che il comune di Minusio potrebbe raccogliere e aggiornare annualmente allo scopo di monitorare, a lungo termine, l'evoluzione delle principali caratteristiche del parco edifici a livello comunale.

Tabella 14: Indicatori relativi al parco edifici comunale (pubblico e privato).

Indicatore	Valore di rif. anno 2012	Fonte/Elaborazione
N° di abitanti al 31.12	7'282	Controllo abitanti
Numero di edifici	1'962	Catasto edifici
Numero edifici Minergie	11	www.minergie.ch
Quota edifici Minergie rispetto al totale degli edifici	0.5%	Bilancio
A _E edifici Minergie/abitante ²⁶	0.60 m ² /abitante (4'384 m ²)	www.minergie.ch / n° abitanti

Per il monitoraggio degli stabili di proprietà pubblica sono inoltre stati identificati gli indicatori riportati nella tabella sottostante, parte dei quali rilevabili con un aggiornamento regolare della contabilità energetica eseguita con il tool gratuito di SvizzeraEnergia per i Comuni "EnerCoach".

Tabella 15: Indicatori relativi agli edifici di proprietà comunale.

Indicatore	Valore di rif. anno 2012	Fonte/Elaborazione
Numero di edifici	15	UTC
Quota rinnovabile	4%	Bilancio
Indice energetico medio del calore degli edifici comunali	124 kWh/m ²⁷	Calcolo: consumo riscaldamento/A _E
% A _E Minergie rispetto all'A _E degli edifici comunali	1.5% ²⁸	A _E Minergie/A _E totale
Efficienza ed emissioni di CO ₂ -eq. del parco edifici	Dato non disponibile ²⁹	EnerCoach (aggiornamento annuale)

²⁶ Realizzati sino al 2012.

²⁷ Un dato esatto sarà disponibile solo a conclusione delle analisi EPIQR+, A_E in base ai dati ad oggi disponibili: 14'301 m².

²⁸ Un dato esatto sarà disponibile solo a conclusione delle analisi EPIQR+, A_E in base ai dati ad oggi disponibili: 14'301 m².

²⁹ I dati EnerCoach forniti dall'UTC non sono aggiornati.



4.3 Energia elettrica

4.3.1 Metodologia e risultati

La stima del consumo di energia elettrica è stata svolta conformemente al concetto di bilancio della Società a 2000 Watt (15), 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 Minusio nel 2012.

I dati di consumo, suddivisi per tipo di elettricità³⁰ e categoria di utenza, e i dati dell’etichettatura dell’elettricità per il mix di consumo standard sono stati messi a disposizione dalla Società Elettrica Sopracenerina (SES). Per definire la quantità delle differenti tipologie di elettricità erogate con il mix di consumo standard della SES³¹, 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 19 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 Minusio nel 2012 si attesta, globalmente, al 78% ca. Nel 2012 il consumo totale di energia elettrica finale riferito al territorio di Minusio si attesta a **35'957 MWh** rispettivamente, considerando i 7'282 abitanti, **4'938 kWh pro capite**, di cui il 77% circa di origine rinnovabile. Se a questo consumo di elettricità si aggiunge quello stimato per la mobilità e pari a 5'594 MWh/a (cfr. Tabella 9), il consumo totale si situa a **41'551 MWh** rispettivamente **5'706 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 (60% ca.), è imputabile alle economie domestiche. Seguono il commercio e i servizi con i grandi consumatori (36% ca.) e gli edifici e le infrastrutture di proprietà comunale (5% ca.).

Sottraendo la quantità stimata di energia elettrica impiegata a scopo di riscaldamento (cfr. Tabella 13) 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 16: Consumo di elettricità del parco edifici di Minusio (esclusi infrastrutture, illuminazione pubblica e grandi utenti), suddiviso per scopo di utilizzo e categoria di utenza.

	Economie domestiche [MWh]	Comm., serv., industria, artigianato ³² [MWh]	Edifici comunali [MWh]	Totale [MWh]
Totale consumo di elettricità 2012	20'977	13'093	137	34'208
Elettricità per apparecchi e illuminazione	12'717	12'841	47	25'606
Elettricità riscaldamento elettrico	5'845	125	69	6'039
Elettricità riscaldamento con PDC	2'415	127	21	2'563

³⁰ Mix di consumo standard, elettricità e acqua.

³¹ Differenziazione dell’elettricità in base alla produzione (idroelettrico, nucleare, solare, carbone ecc.)

³² Include il consumo di elettricità dei grandi utenti, l’elettricità per il riscaldamento è data dalla somma dei consumi delle tipologie di edificio “Commercio, servizi” e “Industria, artigianato”.



Nel 2012 per le economie domestiche risulta un fabbisogno di elettricità per apparecchi e illuminazione pari a 12'717 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. (20), che ha realizzato un sondaggio sul consumo di elettricità per apparecchi e illuminazione di 13'000 economie domestiche svizzere.

Moltiplicando i valori medi di consumo per tipologia di economia domestica (in appartamento o monofamiliare) rilevati dalla S.A.F.E. con i dati relativi alle abitazioni di Minusio, si ottiene un consumo di elettricità stimato pari a 16'133 MWh (cfr. Tabella 17). Questo valore deve tuttavia essere corretto al ribasso in considerazione del fatto che a Minusio il 25% 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 monofamiliari³³. Applicando conseguentemente la riduzione, il consumo totale delle economie domestiche riferito a Minusio è stimato attraverso i consumi medi per economia domestica della S.A.F.E. risulta pari a 14'419 MWh.

Tabella 17: Stima del fabbisogno di elettricità per illuminazione e apparecchi delle economie domestiche di Minusio con i dati medi dell'Agenzia svizzera per l'efficienza energetica S.A.F.E. (20) corretti in base alla quota di case secondarie.

Descrizione del dato	Valore e unità di misura	
Media S.A.F.E. appartamento in plurifamiliare	2'742	kWh
Numero appartamenti in plurifamiliare a Minusio (REA)	4'264	numero
Stima consumo appartamenti in plurifamiliari (Media S.A.F.E. * n° appartamenti)	11'691	MWh
Riduzione dell'85% sul 12.5% del consumo stimato per gli appartamenti (Riduzione case secondarie)	10'449	MWh
Media S.A.F.E. monofamiliari	3'999	kWh
Edifici monofamiliari Minusio (REA)	1'111	numero
Stima consumo monofamiliari (Media S.A.F.E. * n° edifici monofamiliari)	4'442	MWh
Riduzione dell'85% sul 12.5% del consumo stimato per le case monofamiliari (Riduzione case secondarie)	3'970	MWh
Stima consumo totale illuminazione e apparecchi in base alla media S.A.F.E., senza riduzione case secondarie	16'133	MWh
Stima consumo totale illuminazione e apparecchi in base alla media S.A.F.E., con riduzione case secondarie	14'419	MWh
Stima consumo totale illuminazione e apparecchi sottraendo ai dati della SES il consumo di elettricità stimato per il riscaldamento (cfr. Tabella 16)	12'717	MWh
Differenza	12	%

³³ Al 12.5% del consumo di elettricità imputabile agli appartamenti risp. al 12.5% del consumo di elettricità imputabile 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. (69)



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. 4.2.1) e pari a 12'717 MWh e che l'approccio utilizzato per definire il consumo di energia termica del parco edifici comunale è di principio corretto.

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 13), e i dati relativi alla potenza elettrica delle pompe di calore installate a Minusio nel 2012 forniti dalla SES.

Tabella 18: Confronto fra la potenza elettrica delle PDC fornita dalla SES e quella stimata partendo dal consumo elettrico stimato con gli indici.

Descrizione dato	Valore	Unità di misura
Potenza elettrica installata PDC (dato SES, 2012)	1'995	kW _{el.}
Consumo elettrico PDC stimato con gli indici	2'563	MWh
Potenza elettrica PDC stimata ³⁴	1'708	kW _{el.}
Differenza % dato SES vs. potenza stimata	14	%

Anche in questo caso si può affermare che, con una differenza del 14%, 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 è di principio corretto.

³⁴ Ipotesi: 1500 h di funzionamento all'anno. Consumo elettrico PDC stimato con gli indici diviso per 1500 h.



Tabella 19: Consumo di energia elettrica finale suddiviso per categoria di utenza e tipologie di elettricità (mobilità escl., risc. e ACS incl.).

		Etichettatura elettricità [%]	Economie domestiche [MWh]	Commercio, art. e servizi [MWh]	Edifici comunali [MWh]	Illuminazione pubblica [MWh]	Altre infr. Comunali [MWh]	Grandi Utenti (>100 MWh) [MWh]	Totale [MWh]
Totale consumo di elettricità 2012			20'977	8'246	137	460	1'289	4'848	35'957
Mix di base SES			20'822	8'226	122	460	1'289	4'848	35'767
Energie rinnovabili		76.80%	15'991	6'318	94	353	990	3'723	27'469
Di cui:	Forza idrica	74.79%	15'573	6'152	91	344	964	3'625	26'750
	Energia solare	0.01%	2	1	0	0	0	0	4
	Energia eolica	0.00%	0	0	0	0	0	0	0
	Biomassa	0.00%	0	0	0	0	0	0	0
	Geotermia	0.00%	0	0	0	0	0	0	0
	Elettricità con misure di prom.	2.00%	416	165	2	9	26	97	715
	Forza idrica	49.30%	205	81	1	5	13	48	353
	Solare	7.60%	32	13	0	1	2	7	54
Eolica	4.20%	17	7	0	0	1	4	30	
Biomassa	38.90%	162	64	1	4	10	38	278	
Energie non rinnovabili		12.30%	2'561	1'012	15	57	159	596	4'399
Di cui:	Energia nucleare	12.30%	2'561	1'012	15	57	159	596	4'399
	Petrolio	0.00%	0	0	0	0	0	0	0
	Gas naturale	0.00%	0	0	0	0	0	0	0
	Carbone	0.00%	0	0	0	0	0	0	0
Rifiuti		3.70%	770	304	5	17	48	179	1'323
Vettori energetici non omologabili		7.20%	1'499	592	9	33	93	349	2'575
Di cui:	Forza idrica	10.00%	150	59	1	3	9	35	258
	Energia nucleare	29.00%	435	172	3	10	27	101	747
	Carbone	29.00%	435	172	3	10	27	101	747
	Gas naturale	21.00%	315	124	2	7	19	73	541
	Olio	4.00%	60	24	0	1	4	14	103
	Biomassa	3.00%	45	18	0	1	3	10	77
	Altro	4.00%	60	24	0	1	4	14	103
Elettronatura			76	7	15	0	0	0	97
Energie rinnovabili		100%	76	7	15	0	0	0	97
Di cui:	Forza idrica (CH)	96.00%	73	6	14	0	0	0	93
	Fotovoltaico (CH)	4.00%	3	0	1	0	0	0	4
Acqua			80	13	0	0	0	0	93
Energie rinnovabili		100%	80	13	0	0	0	0	93
i cui:	Forza idrica (CH)	97.50%	78	13	0	0	0	0	90
	Eolico (CH)	1.25%	1	0	0	0	0	0	1
	Fotovoltaico (CH)	1.25%	1	0	0	0	0	0	1



4.3.2 Indicatori dell'energia elettrica

Allo scopo di monitorare, a lungo termine, l'evoluzione dei consumi di energia elettrica a livello comunale si segnalano i seguenti indicatori, che il comune di Minusio è invitato a raccogliere ed elaborare annualmente.

Tabella 20: Indicatori relativi al consumo di energia elettrica a livello comunale (mobilità esclusa, principio della territorialità).

Indicatore	Valore di rif. anno 2012	Fonte/Elaborazione
Consumo annuo di elettricità finale	35'957 MWh	Società Elettrica Sopracenerina
N° di abitanti al 31.12.	7'282	Controllo abitanti
Consumo di elettricità pro capite	4'938 kWh/abitante	Calcolo: consumo annuo/abitanti
Consumo annuo elettronatura	97 MWh	Società Elettrica Sopracenerina
Consumo elettronatura pro capite	13 kWh/abitante	Calcolo: consumo annuo elettronatura/abitanti
Quota elettronatura rispetto al consumo annuo di elettricità finale	0.27%	Calcolo: consumo elettronatura/consumo annuo
Consumo annuo tiacqua	93 MWh	Società Elettrica Sopracenerina
Consumo tiacqua pro capite	13 kWh/abitante	Calcolo: consumo annuo tiacqua/abitanti
Quota tiacqua rispetto al consumo annuo di elettricità finale	0.26%	Calcolo: consumo tiacqua/consumo annuo
Quota rinnovabile mix di consumo standard	76.8%	Società Elettrica Sopracenerina

Per il monitoraggio degli stabili di proprietà pubblica sono inoltre stati identificati gli indicatori riportati nella tabella sottostante.

Tabella 21: Indicatori relativi al consumo di energia elettrica degli stabili e delle infrastrutture comunali.

Indicatore	Valore di rif. anno 2012	Fonte/Elaborazione
Consumo elettricità finale per m ² A _E per gli stabili comunali	9.6 kWh/m ²³⁵	Calcolo: consumo SES/A _E edifici comunali
Quota elettronatura rispetto al consumo annuo di elettricità finale	0.79%	Calcolo: ordinazione elettronatura/consumo annuo
Indice di consumo dell'illuminazione pubblica	18 MWh/a per km di strada illuminata	Cfr. Tabella 59

³⁵ Un dato esatto sarà disponibile solo a conclusione delle analisi EPIQR+, A_E in base ai dati ad oggi disponibili: 14'301 m².



4.4 Consumo globale di energia finale

Il consumo globale di energia finale riferito al comune di Minusio risulta dalla somma di tutti i consumi individuati a livello comunale per i settori mobilità, energia termica ed energia elettrica. Come indicato in Tabella 23, per il 2012 questo si situa a 188'985 MWh.

Il 49% del consumo globale è imputabile al riscaldamento e alla produzione di acqua calda sanitaria per il parco edifici, il 36% alla mobilità e il 15% circa all'illuminazione e agli apparecchi. La maggior parte del consumo globale di energia è imputabile alla categoria di utenza "economie domestiche" (50%). Questo risultato non sorprende, se si considera il carattere prevalentemente residenziale del comune di Minusio (cfr. cap. 3.1).

I vettori energetici che maggiormente emergono analizzando i dati riportati in Tabella 23 sono l'olio combustibile (41%) per il riscaldamento, la benzina (22%) per la mobilità e l'elettricità per il riscaldamento, l'illuminazione e gli apparecchi e la mobilità (in totale 41'551 MWh risp. 22%, esclusa la mobilità 35'957 MWh risp. 19%). Considerando la quantità di elettricità rinnovabile contenuta nel mix di consumo di energia elettrica e pari a 34'246 MWh (cfr. Tabella 9 e Tabella 19), la quota rinnovabile riferita al consumo globale di energia si attesta al **22%** circa (cfr. Tabella 22).

Tabella 22: Quota rinnovabile rispetto al consumo globale di energia del Comune di Minusio nel 2012.

Vettore energetico rinnovabile	[MWh]	[%]
Calore ambientale	5'092	2.7%
Calore residuo	33	0.0%
Collettore solare	629	0.3%
Elettricità rinnovabile	34'246	18.1%
Legna	886	0.5%
Totale	40'888	21.6%

Non considerando l'elettricità, tale quota si riduce al **4%** 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 CO₂ generate) sul territorio.



Tabella 23: Consumo energetico globale di Minusio riferito al 2012 e suddiviso per vettore energetico, categoria di utenza e scopo di utilizzo³⁶.

	Economie domestiche [MWh]	Commercio e servizi, industria e artigianato [MWh]	Edifici comunali [MWh]	Illuminazione pubblica [MWh]	Altre infrastrutture pubbliche [MWh]	Mobilità [MWh]	Consumo globale [MWh]	Consumo globale [%]
Collettore solare	629	0	0	0	0	0	629	0%
Elettricità riscaldamento	5'845	125	69	0	0	0	6'039	3%
Elettricità apparecchi, illuminazione e mobilità	12'717	12'841	47	460	1'289	5'594	32'949	17%
Gas	255	0	0	0	0	21	277	0%
GPL	723	0	0	0	0	33	756	0%
Legna	857	0	30	0	0	0	887	0%
Olio	66'316	8'972	1'617	0	0	0	76'906	41%
Elettricità PDC	2'415	127	21	0	0	0	2'563	1%
Calore ambientale PDC	4'830	254	8	0	0	0	5'092	3%
Calore residuo PDC	0	0	33	0	0	0	33	0%
Diesel	0	0	0	0	0	10'855	10'855	6%
Benzina	0	0	0	0	0	41'020	41'020	22%
Cherosene	0	0	0	0	0	10'918	10'918	6%
Altro	0	0	0	0	0	62	62	0%
Totale globale	94'588	22'320	1'826	460	1'289	68'503	188'985	100%
Percentuale	50%	12%	1%	0%	1%	36%	100%	

³⁶ Eventuali differenze di un'unità tra i singoli importi dei vettori energetici e i totali presentati sono dovute ad arrotondamenti.

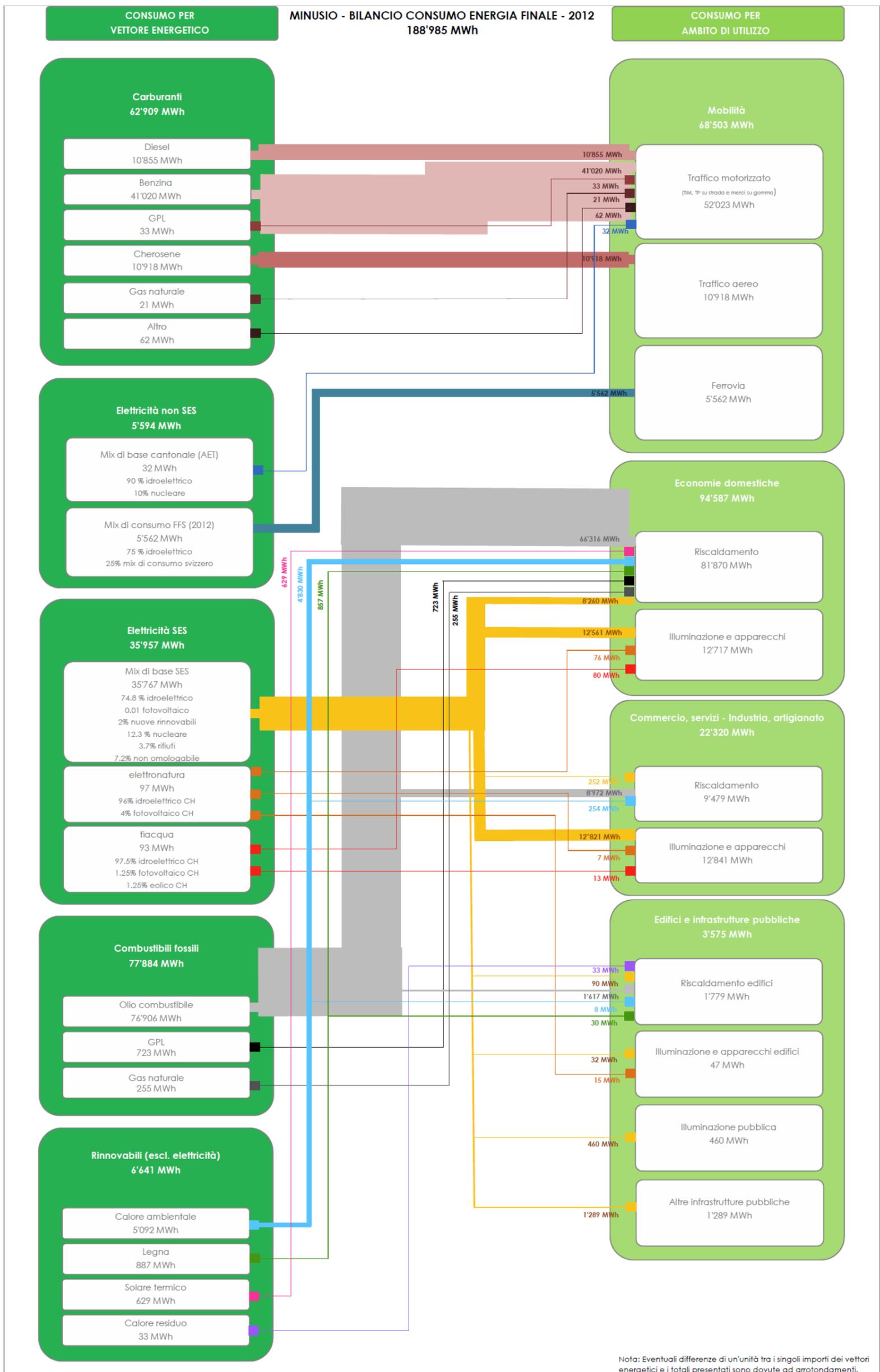


Figura 3: Diagramma di flusso del bilancio energetico comunale di Minusio (2012)



4.5 Consumo globale di energia primaria ed emissioni di gas serra

Il consumo globale di energia primaria riferito al territorio di Minusio è definito, conformemente al concetto di bilancio della Società a 2000 Watt (15), 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.} vengono analogamente calcolate moltiplicando i valori di consumo di energia finale, suddivisi per vettore energetico, con i rispettivi coefficienti di emissione di gas serra (cfr. Tabella 24).

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

$$EP = \frac{EF * f_{EP}}{Hu/Ho^{37}}$$

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 2012 il consumo di energia primaria del comune di Minusio risulta pari a **267'375 MWh** e le rispettive emissioni di gas serra ammontano a **45'283 ton** di CO_{2-eq.} (cfr. Tabella 24).

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 7'282).

Calcolo energia primaria espressa in Watt pro capite:

$$\left(\frac{(267'375 * 1000'000)[Wh]}{(365 * 24)[h] * 7'282 [abitanti]} \right) + (300 [Watt pro capite]^{38}) = 4'491 [Watt pro capite]$$

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

$$\frac{45'283 [ton CO_{2-eq.}]}{7'282 [abitanti]} + (0.58 [ton CO_{2-eq.} pro capite]^{39}) = 6.8 [ton CO_{2-eq.} pro capite]$$

Nel 2012 Minusio presenta un consumo di energia primaria espresso in potenza continua pari a **4'491 Watt pro capite**, di cui 3'000 Watt pro capite non rinnovabili, e una quantità di emissioni di gas serra pari a **6.8 ton di CO_{2-eq.} pro capite e anno**. Questi risultati sono inferiori alla media nazionale (cfr. Tabella 25) e conformi alle aspettative: essendo di carattere prevalentemente residenziale (cfr. cap. 3.1) è infatti normale che Minusio 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.

³⁷ 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. (16)

³⁸ Supplemento energia primaria per grandi emettitori (150 Watt/capite) e turismo del pieno (150 Watt/capite). (5)

³⁹ 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}). (5)



Tabella 24: Calcolo del consumo globale di energia primaria e delle rispettive emissioni globali di gas serra di Minusio (2012).

Inserimento dati	Consumo globale EF	Consumo globale EF	Composizio- ne	Fattore conv. EF > EP	Coefficiente emiss. CO ₂ -eq.		Hu/Ho	Consumo globale EP	Consumo globale EP	EM CO ₂ -eq.
	MWh/a	TJ		MJ eq/MJ	kg/MJ	g/kWh		TJ/a	MWh/a	kg/a
TOTALE	188'985								267'375	45'282'775
Combustibili fossili										
Olio combustibile L	76'906	277		1.24	0.082	295.20	0.94	365	101'450	24'151'629
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	276	1		1.15	0.067	241.20	0.90	1	353	74'045
Benzina	41'020	148		1.29	0.088	316.80	0.93	205	56'899	13'973'291
Diesel	10'917	39		1.22	0.084	302.40	0.94	51	14'169	3'511'993
Cherosene	10'918	39		1.19	0.080	288.00	0.94	50	13'821	3'344'971
Propano liquido	756	3		1.15	0.067	241.20	0.92	3	945	198'231
Butano liquido	0	0		1.15	0.067	241.20	0.92	0	0	0
Carbone	0	0								
Antracite				1.19	0.107	385.20	0.96	0	0	0
Briquette				1.19	0.107	385.20	0.96	0	0	0
Biomassa										
Legno	887	3								
Legna in pezzi [1]			30%	1.06	0.003	10.80	0.92	1	306	11
Cippato [1]			35%	0.14	0.003	10.80	0.90	0	48	13
Pellets			35%	1.22	0.010	36.00	0.91	1	416	44
Carbone di legna			0%	1.19	0.107	385.20	0.96	0	0	0
Biogas [2]	0	0		0.48	0.038	136.80	0.90	0	0	0
Calore da energie rinnovabili										
Pannello solare termico (ACS e risc.)	629	2		1.34	0.008	28.80		3	843	18'121
Calore ambientale	5'126	18								
PDC aria/acqua			90%	1.71	0.023	82.80		28	7'888	1'375
PDC acqua/acqua			5%	1.60	0.019	68.40		1	410	63
PDC sonda geotermica			5%	1.52	0.017	61.20		1	390	56
Rifiuti industriali	0	0		0.06	0.001	3.60		0	0	0



Continuazione della Tabella 24:

Inserimento dati	Consumo globale EF	Consumo globale EF	Composizione	Fattore conv. EF > EP	Coefficiente emiss. CO ₂ -eq.		Hu/Ho	Consumo globale EP	Consumo globale EP	EM CO ₂ -eq.
	MWh/a	TJ	%	MJ eq/MJ	kg/MJ	g/kWh		TJ/a	MWh/a	kg/a
Teleriscaldamento	0	0								
Incenerimento rifiuti [3]				0.06	0.001	3.60		0	0	0
Centrale nucleare				0.85	0.044	158.40		0	0	0
Cogenerazione gas				0.65	0.037	133.20		0	0	0
Cogenerazione biogas				0.08	0.006	21.60		0	0	0
Riscaldamento a olio [5]				1.69	0.112	403.20		0	0	0
Riscaldamento a gas				1.56	0.086	309.60		0	0	0
Gas/gasolio riscaldamento				1.63	0.10	356.40		0	0	0
Riscaldamento a legna				1.66	0.013	46.80		0	0	0
PDC geotermica				1.88	0.021	75.60		0	0	0
PDC acque reflue [4]				1.01	0.016	57.60		0	0	0
PDC acqua di falda				1.97	0.023	82.80		0	0	0
Teleriscaldam. media CH				0.85	0.044	158.40		0	0	0
Elettricità	41'551	150								
Centrale nucleare			12%	4.08	0.007	25.20		73	20'343	452
Centrale a ciclo combinato			0%	2.34	0.137	493.20		0	0	0
Centrale elettrica a carbone (vapore)			2%	3.92	0.343	1234.80		12	3'258	3'694
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		5	1'371	1'109
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		6	1'579	172
Incenerimento rifiuti			3%	0.02	0.005	18.00		0	25	81
Fotovoltaico			0%	1.66	0.027	97.20		0	97	20
Geotermia			0%	1.04	0.009	32.40		0	0	0
Eolico			0%	1.33	0.010	36.00		0	38	4
Idroelettrico			76%	1.22	0.006	21.60		139	38'688	2'466
Mix di produzione svizzero			0%	2.41	0.008	28.80		0	0	0
Mix di consumo svizzero			3%	2.97	0.045	162.00		13	3'702	727
UCTE-Mix (mix europeo)			0%	3.53	0.165	594.00		1	336	203

5 Obiettivi comunali di politica energetica e climatica

Nella propria strategia di politica energetica e climatica, Minusio dichiara di adottare delle linee guida con obiettivi qualitativi e quantitativi che si orientano, a lungo termine, alla visione “Società a 2000 Watt” e al rispettivo percorso di riduzione definito per le Città dell’energia (21).

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. 2.1.2). 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 Minusio (cfr. cap. 4.5). Il percorso di riduzione conforme alla visione della Società a 2000 Watt è riportato nella tabella sottostante.

Tabella 25: Percorso di riduzione a tappe conforme alla Società a 2000 Watt della Svizzera e del Comune di Minusio.

Percorso di riduzione ⁴⁰	Oggi	2020	2035	2050	Società a 2000 Watt
Fattori di riduzione - CH Watt per abitante	100%	85%	70%	55%	32%
Consumo di energia primaria - CH Watt per abitante	6'300	5'400	4'400	3'500	2'000
Consumo di energia primaria - Minusio Watt per abitante	4'500	3'800	3'100	2'500	1'400
Fattori di riduzione di CO ₂ - CH (CO ₂ -eq. per abitante e anno)	100%	75%	50%	25%	12%
Emissioni di CO ₂ - CH (CO ₂ -eq. per abitante e anno)	8.5	6.4	4.2	2.0	1.0
Emissioni di CO₂ - Minusio (CO₂-eq. per abitante e anno)	6.8	5.1	3.4	1.7	0.8

I dati indicano che il Comune di Minusio 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 **1'400 Watt** pro capite e con una quantità di emissioni di gas serra pari a **0.8 ton di CO₂-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 25, 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 pubblico (5). Questi obiettivi sono stati calcolati specificatamente per Minusio applicando i fattori di riduzione (efficienza) e aumento (quota rinnovabile) ai dati di consumo risultanti dal bilancio energetico comunale precedentemente svolto (cfr. Tabella 26 e Tabella 27). Essi sono inoltre ripresi quale riferimento nell’ambito dell’elaborazione del piano di azione della “Strategia della politica energetica comunale”.

⁴⁰ I valori riferiti al comune sono arrotondati in centinaia.



Tabella 26: Percorso a tappe riferito a efficienza energetica e quota rinnovabile, intero comune.

Percorso di riduzione efficienza e quota rinnovabili intero comune	Oggi	2020	2035	2050	Osservazioni
Efficienza energetica					
Riscaldamento e acqua calda sanitaria Riduzione CH	100%	80%	65%	50%	Energia utile, calore ambientale e solare inclusi
Riscaldamento e acqua calda sanitaria Riduzione Minusio [MWh]	93'128	74'502	60'533	46'564	Riduzione del fabbisogno energetico degli edifici
Consumo di energia elettrica finale Riduzione CH	100%	110%	110%	100%	Riscaldamento e mobilità inclusi
Consumo di energia elettrica finale Riduzione Minusio [MWh]	41'551	45'706	45'706	41'551	Consumo di energia elettrica a un livello costante
Carburanti fossili mobilità Riduzione CH	100%	78%	56%	33%	Energia finale di origine fossile per veicoli a motore
Carburanti fossili mobilità Riduzione Minusio [MWh]	62'909	49'069	35'229	20'760	Veicoli più efficienti, veicoli elettrici, mobilità lenta
Energie rinnovabili, calore residuo					
Quota rinnovabile per riscald. e acqua calda sanitaria - Evoluzione CH	10%	40%	65%	80%	Inclusi calore ambientale e solare
Quantità rinnovabile per riscald. e acqua calda sanitaria - Evoluzione comune [MWh]	6'641	29'801	39'347	37'251	Mix di elettricità, almeno il 5% naturemade star o equivalente
Quota rinnovabile elettricità Evoluzione CH	36%	60%	70%	80%	
Quantità rinnovabile elettricità Evoluzione comune [MWh]	32'856	36'565	36'565	33'241	

Tabella 27: Percorso a tappe riferito a efficienza energetica e quota rinnovabile, ente pubblico.

Percorso di riduzione efficienza e quota rinnovabili edifici e infrastrutture pubbl.	Oggi	2020	2035	2050	Osservazioni
Efficienza energetica					
Riscaldamento e acqua calda sanitaria Riduzione CH	100%	75%	55%	40%	Energia utile, calore ambientale e solare inclusi
Riscaldamento e acqua calda sanitaria Riduzione Minusio [MWh]	1'689	1'267	929	676	Riduzione del fabbisogno energetico degli edifici
Consumo di energia elettrica finale Riduzione CH	100%	95%	90%	80%	Riscaldamento e mobilità inclusi
Consumo di energia elettrica finale Riduzione Minusio [MWh]	1'886	1'792	1'698	1'509	Riduzione del fabbisogno di energia elettrica
Combustibili fossili Riduzione CH	100%	78%	56%	33%	Energia finale di origine fossile per veicoli a motore
Combustibili fossili Riduzione Minusio [MWh]	Mancano dati in merito al consumo di carburanti fossili imputabile al parco veicoli comunale				Veicoli a benzina, diesel, gas e GPL più efficienti, veicoli elettrici, mobilità lenta
Energie rinnovabili, calore residuo					
Quota rinnovabile per riscald. e acqua calda sanitaria - Aumento CH	-	50%	75%	80%	Inclusi calore ambientale e solare
Quota rinnovabile per riscald. e acqua calda sanitaria - Aumento Minusio [MWh]	4%	50%	75%	80%	
Quantità rinnovabile per riscald. e acqua calda sanitaria - Aumento Minusio [MWh]	72	105	131	150	Mix di elettricità, almeno il 5% naturemade star o equivalente
Quota rinnovabile elettricità Aumento CH	-	100%	100%	100%	
Quota rinnovabile elettricità Aumento Minusio [MWh]	77%	100%	100%	100%	
Quantità rinnovabile per riscald. e acqua calda sanitaria - Aumento Minusio [MWh]	1'452	1'886	1'886	1'886	

6 Potenziali di produzione dalle 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 (22).

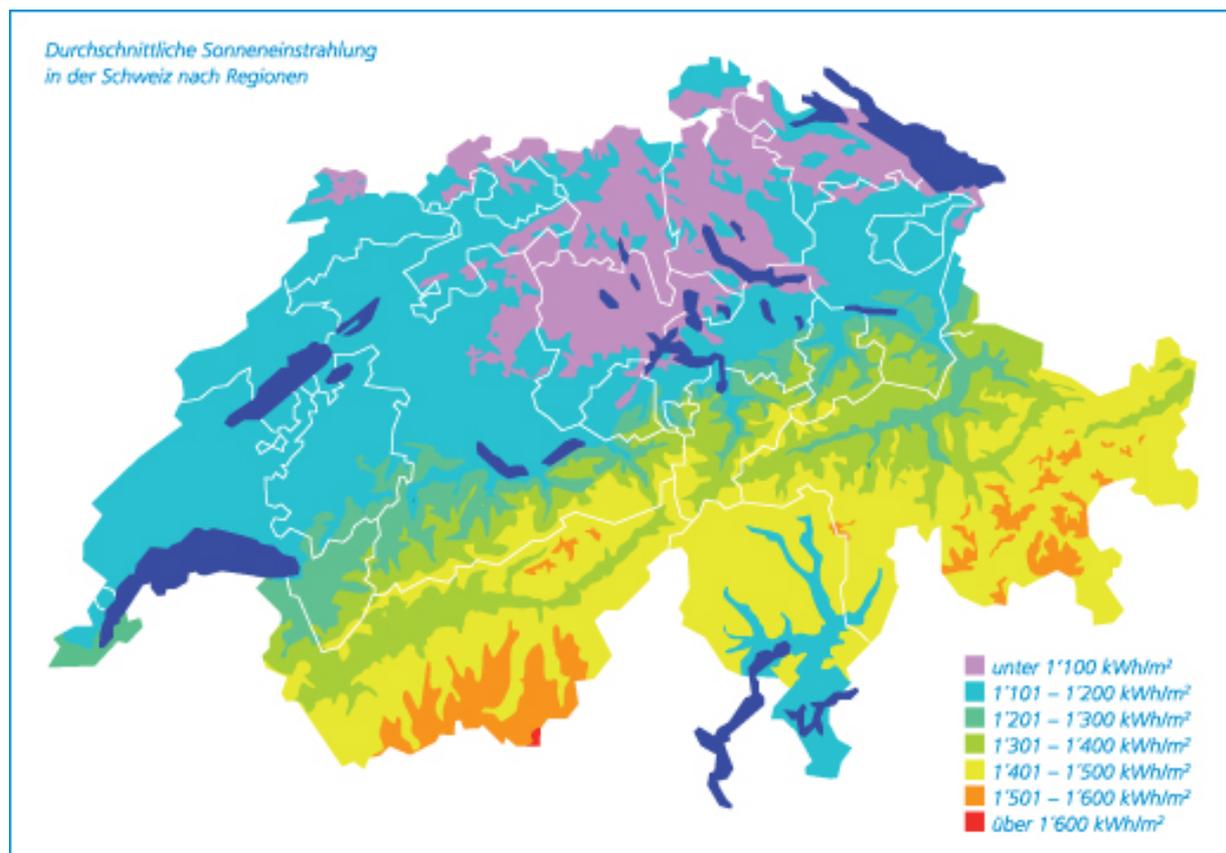


Figura 4: Irraggiamento solare in Svizzera (22).

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:

- l'irraggiamento solare riferito alla 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 (23). 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 in Figura 5.



Figura 5: Scala di categorizzazione delle superfici di tetto in funzione dell’irraggiamento.

Il potenziale teorico di produzione di elettricità e calore dal sole è stato estrapolato dai dati della mappatura solare. Per Minusio risulta un potenziale teorico di produzione di energia elettrica pari a 24'719 MWh all’anno e di energia termica pari a 41'218 MWh all’anno (cfr. Tabella 28). Se si considerano solo le superfici caratterizzate da un irraggiamento valutato tra “Discreto” e “Ottimo”, tale potenziale si riduce di circa il 30% e si attesta a 16'643 MWh per il fotovoltaico e a 27'750 MWh per il solare termico (cfr. Tabella 28).

Tabella 28: Potenziale teorico di produzione di energia elettrica e termica riferito all’intero Comune di Minusio. (23)

Descrizione	Fotovoltaico	Solare termico
Superficie idonea all'installazione [m ²] Intero Comune	170'726	170'726
Produzione di energia [MWh/a] Intero Comune	24'719	41'218
Superficie idonea all'installazione Intero Comune - “Discreto”-“Ottimo”	104'402	104'402
Produzione di energia [MWh/a] Intero Comune - “Discreto”-“Ottimo”	16'643	27'750

Considerato che l’installazione di impianti solari nei nuclei non è sempre permessa e che a Minusio sono presenti il nucleo di Mondacce e Rivapiana, un’elaborazione georeferenziata dei dati ha permesso di definire le superfici idonee all’installazione di impianti solari in queste due particolari zone e i rispettivi potenziali di produzione di energia elettrica e termica (cfr. Tabella 29).

Tabella 29: Potenziale teorico di produzione di energia elettrica e termica riferito ai nuclei (Mondacce e Rivapiana) di Minusio.

Descrizione	Fotovoltaico	Solare termico
Superficie idonea all'installazione [m ²] Nuclei	10'670	10'670
Produzione di energia [MWh/a] Nuclei	1'469	2'451
Superficie idonea all'installazione [m ²] Nuclei - "Discreto"-"Ottimo"	5'335	5'335
Produzione di energia [MWh/a] Nuclei - "Discreto"-"Ottimo"	835	1'393

Il potenziale teorico di produzione di elettricità e calore dal sole è stato definito prendendo in considerazione esclusivamente le superfici caratterizzate da un irraggiamento valutato tra "Discreto" e "Ottimo". Questo si attesta a 16'643 MWh/anno di elettricità rispettivamente 27'750 MWh/anno di calore nuclei inclusi e a 15'808 MWh/anno di elettricità rispettivamente 26'357 MWh/anno di calore senza nuclei.

Tabella 30: Potenziale teorico di produzione di elettricità e calore dal sole riferito al Comune di Minusio, con o senza nuclei (Mondacce e Rivapiana).

Descrizione	Fotovoltaico	Solare termico
Produzione di energia [MWh/a] Intero Comune "Discreto"-"Ottimo"	16'643	27'750
Produzione di energia [MWh/a] Senza nuclei "Discreto"-"Ottimo"	15'808	26'357

6.1.2 Potenziale fattibile

Il potenziale teorico riportato in Tabella 30 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.

- Da gennaio 2014 vi è un efficace incoraggiamento anche alla realizzazione di impianti fotovoltaici di piccola e media grandezza. Gli impianti fotovoltaici con una potenza inferiore ai 10 kW riceveranno infatti una remunerazione unica pari complessivamente al massimo al 30% dei costi di investimento. I gestori di impianti fotovoltaici di potenza compresa fra 10 kW e 30 kW potranno invece scegliere fra la remunerazione unica o la RIC per una durata di 20 anni, sottratti gli anni trascorsi in lista di attesa (24).
- Per agevolare ulteriormente la realizzazione di impianti fotovoltaici, in ottobre 2013 il Consiglio federale ha approvato la revisione parziale 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) (25).
- In seguito all'iniziativa parlamentare 12.400, il 1° gennaio 2014 è entrata in vigore una modifica della legge sull'energia che implica un aumento a 1,5 cts./kWh dell'importo massimo del supplemento sui costi di rete. Sono così disponibili maggiori risorse per promuovere la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e la lista di attesa della RIC dovrebbe essere eliminata entro i successivi tre anni (24).
- Le nuove disposizioni sottolineano inoltre il diritto all'autoconsumo: ai produttori di energia elettrica da fonti fossili e rinnovabili viene attribuito esplicitamente il diritto di utilizzare l'energia, per fini propri, direttamente sul luogo di produzione (consumo proprio). Solamente l'energia effettivamente immessa in rete viene trattata come tale e remunerata. Il progetto preliminare dell'ordinanza sull'energia prevede che i produttori debbano comunicare con tre mesi di anticipo al gestore di rete se intendono optare per il consumo proprio o (al contrario) per l'immissione in rete della produzione netta. I gestori di rete devono rendere possibile l'esercizio di tale opzione al più tardi entro il 1° gennaio 2015 (24).
- Infine a livello cantonale, e in particolare con l'approvazione da parte del Gran Consiglio del messaggio 6773 legato al PEC (27.12.2013), è stato deciso l'allestimento di un Fondo per le Energie Rinnovabili (FER), che prevede l'introduzione di una RIC ponte allineata a quella federale (rimunerazione unica e RIC), ulteriore importante incoraggiamento alla realizzazione di impianti fotovoltaici (26).

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. 2.1.1).

In base 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 o senza nuclei) è stata adottata la modalità descritta di seguito:

- Gli impianti solari termici vengono realizzati esclusivamente su edifici residenziali 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 Minusio, distinta tra stabili mono- e plurifamiliari (cfr. Tabella 31).



- Sulla superficie idonea all’installazione di impianti solari restante vengono installati impianti solari fotovoltaici.

Tabella 31: Superficie media per impianto solare termico realizzato a Minusio, suddiviso per la categoria di edificio plurifamiliare e monofamiliare. (27)

Plurifamiliare			Monofamiliare		
Decreto di riferimento	N°	Superficie [m ²]	Decreto di riferimento	N°	Superficie [m ²]
DE 2006-2009	1	11	DE 2009-2011	1	6
	2	23		2	8
	3	11		3	13
	4	53		4	13
	5	26		5	6
	6	24		6	8
DE 2009-2011	7	6		7	6
	8	8		8	11
	9	7		9	6
	10	12		10	6
	11	14		11	6
	12	17		12	6
	13	9		13	11
	14	9	DE 2011-2015	14	10
	15	11		15	4
	16	62		16	17
17	5	17		14	
DE 2011-2015	18	13		18	19
	19	10		19	6
	20	35		20	11
	21	8		-	-
	22	7		-	-
	23	8		-	-
	24	9		-	-
	25	21	-	-	
Media plurifamiliari [m²/imp.]		17	Media monofamiliari [m²/imp.]		9

Per identificare gli edifici 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. 4.2), che includono il tipo di vettore energetico utilizzato per la produzione di calore e il tipo di edificio(mono- o plurifamiliare). Metodologia e risultati della valutazione svolta sono riportati in Tabella 32.

Tabella 32: Potenziale fattibile di produzione di calore dal sole riferito al Comune di Minusio, con i nuclei (Mondacce e Rivapiana)

Monofamiliari		Valore	Unità di misura	Fonte dei dati
A	Monofamiliari con riscaldamento principale fossile	864	n°	Dati di bilancio
B	Superficie media impianto solare termico per monofamiliari	9	m ²	Tabella 31
C	Superficie totale fattibile degli impianti solari termici su monofamiliari	8'127	m ²	Calcolo: A*B
D	Totale superficie disponibile per impianti solari su monofamiliari con riscaldamento principale fossile	24'597	m ²	Incrocio mapp. solare vs. edifici
E	Potenziale totale produzione impianti solari termici su monofamiliari con riscaldamento princ. fossile	6'457	MWh/anno	Incrocio mapp. solare vs. edifici
F	Stima potenziale fattibile produzione impianti solari termici su monofamiliari	2'133	MWh/anno	Calcolo: (C/D)*E
Plurifamiliari		Valore	Unità di misura	Fonte dei dati
A	Plurifamiliari con riscaldamento principale fossile	1'003	n°	Dati di bilancio
B	Superficie media impianto solare termico per plurifamiliari	17	m ²	Tabella 31
C	Superficie totale fattibile degli impianti solari termici su plurifamiliari	16'713	m ²	Calcolo: A*B
D	Totale superficie disponibile per impianti solari su plurifamiliari con riscaldamento princ. fossile	31'534	m ²	Incrocio mapp. solare vs. edifici
E	Potenziale totale produzione impianti solari termici su plurifamiliari con riscaldamento principale fossile	9'993	MWh/anno	Incrocio mapp. solare vs. edifici
F	Stima potenziale fattibile produzione impianti solari termici su plurifamiliari	5'296	MWh/anno	Calcolo: (C/D)*E
Potenziale solare termico fattibile		7'430	MWh/anno	

Il medesimo approccio è stato adottato anche per valutare il potenziale fattibile di produzione di calore dal sole nei nuclei, dove si attesta a 358 MWh/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 mono- e plurifamiliari è stata detratta la superficie già occupata dal solare termico (cfr. Tabella 32). Metodologia e risultati della valutazione svolta sono riportati nella tabella sottostante.

Tabella 33: Potenziale fattibile di produzione di elettricità dal sole riferito al Comune di Minusio, con i nuclei (Mondacce e Rivapiana)

Stima potenziale fattibile fotovoltaico		Superficie tot. fattibile per impianti PV [m ²]	Produzione fattibile impianti PV [MWh/a] ⁴¹
A	Parco edifici comunale, esclusi gli edifici mono- e plurifamiliari	13'311	2'146
B	Monofamiliari	36'273 ⁴²	5'709
C	Plurifamiliare	29'978 ⁴³	4'822
Totale		79'562	12'676

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 674 MWh/anno.

Il potenziale fattibile di produzione di elettricità e calore dal sole si attesta così a 12'676 MWh/anno di elettricità rispettivamente 7'430 MWh/anno di calore nuclei inclusi e a 12'002 MWh/anno di elettricità rispettivamente 7'072 MWh/anno di calore senza nuclei.

Tabella 34: Potenziale fattibile di produzione di elettricità e calore dal sole riferito al Comune di Minusio, con o senza nuclei (Mondacce e Rivapiana).

Descrizione	Fotovoltaico		Solare termico	
	MWh/a	kWp	MWh/a	m ²
Produzione di energia Intero Comune "Discreto" - "Ottimo"	12'676	11'939	7'430	24'840
Produzione di energia Senza nuclei "Discreto" - "Ottimo"	12'002	11'294	7'072	23'803

A titolo cautelativo si considera, quale potenziale fattibile, quello che esclude i nuclei e pari quindi a **12'000 MWh/a di elettricità e 7'100 MWh/a di calore**.

⁴¹ Per gli edifici mono- e plurifamiliari, stima tramite il rapporto fra la superficie totale disponibile e quella fattibile applicato al potenziale di produzione fornito dalla mappatura solare.

⁴² Superficie totale disponibile su monofamiliari (44'400 m², mappatura solare) detratta la superficie già occupata dal solare termico (8'127 m², cfr. Tabella 32).

⁴³ Superficie totale disponibile su plurifamiliari (46'691 m², mappatura solare) detratta la superficie già occupata dal solare termico (16'713 m², cfr. Tabella 32).

6.1.3 Indicatori e obiettivi energia solare

Allo scopo di monitorare, a lungo termine, l'evoluzione della produzione di energia elettrica e termica dal sole a livello comunale in riferimento al potenziale di produzione fattibile, sono stati individuati gli indicatori riportati nella tabella successiva, che il comune di Minusio è invitato a raccogliere e confrontare con gli obiettivi riportati in Tabella 36.

Tabella 35: Indicatori relativi alla produzione di energia elettrica e termica dal sole a livello comunale.

Indicatore	Valore di rif. anno 2012	Fonte/Elaborazione
N° di abitanti al 31.12.2012	7'282	Controllo abitanti
Fotovoltaico: kWp installati	117.9	Società Elettrica Sopracenerina
Potenza fotovoltaico per abitante	0.02 kWp/abitante	Calcolo: kWp installati/n° abitanti
Solare termico: superficie ⁴⁴ impianti (cfr. anche Tabella 14).	1'134 m ²	UTC, licenze edilizie (rilievo nuovi impianti ER)
Superficie solare termico pro capite	0.16 m ² /abitante	Calcolo: superficie/abitanti

Tabella 36: Obiettivi relativi alla produzione di energia elettrica e termica dal sole a livello comunale.

Indicatore	Obiettivo	Fonte/Elaborazione
Fotovoltaico: kWp installati	11'939	Tabella 34
Fotovoltaico: kWp installati pro capite	1.64 kWp/abitante	Calcolo: obiettivo kWp/n° abitanti 31.12.12
Solare termico: superficie impianti.	24'840 m ²	Tabella 34
Superficie solare termico pro capite	3.4 m ² /abitante	Calcolo: obiettivo superficie/n° abitanti 31.12.12

⁴⁴ La superficie è calcolata moltiplicando la superficie media di tutti gli impianti incentivati dal Cantone sul territorio di Minusio (in totale 47) e pari a 13.5 m² con il numero di impianti riferiti al REA (84).

6.2 Energia elettrica dal vento (energia eolica)

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 (28). 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).

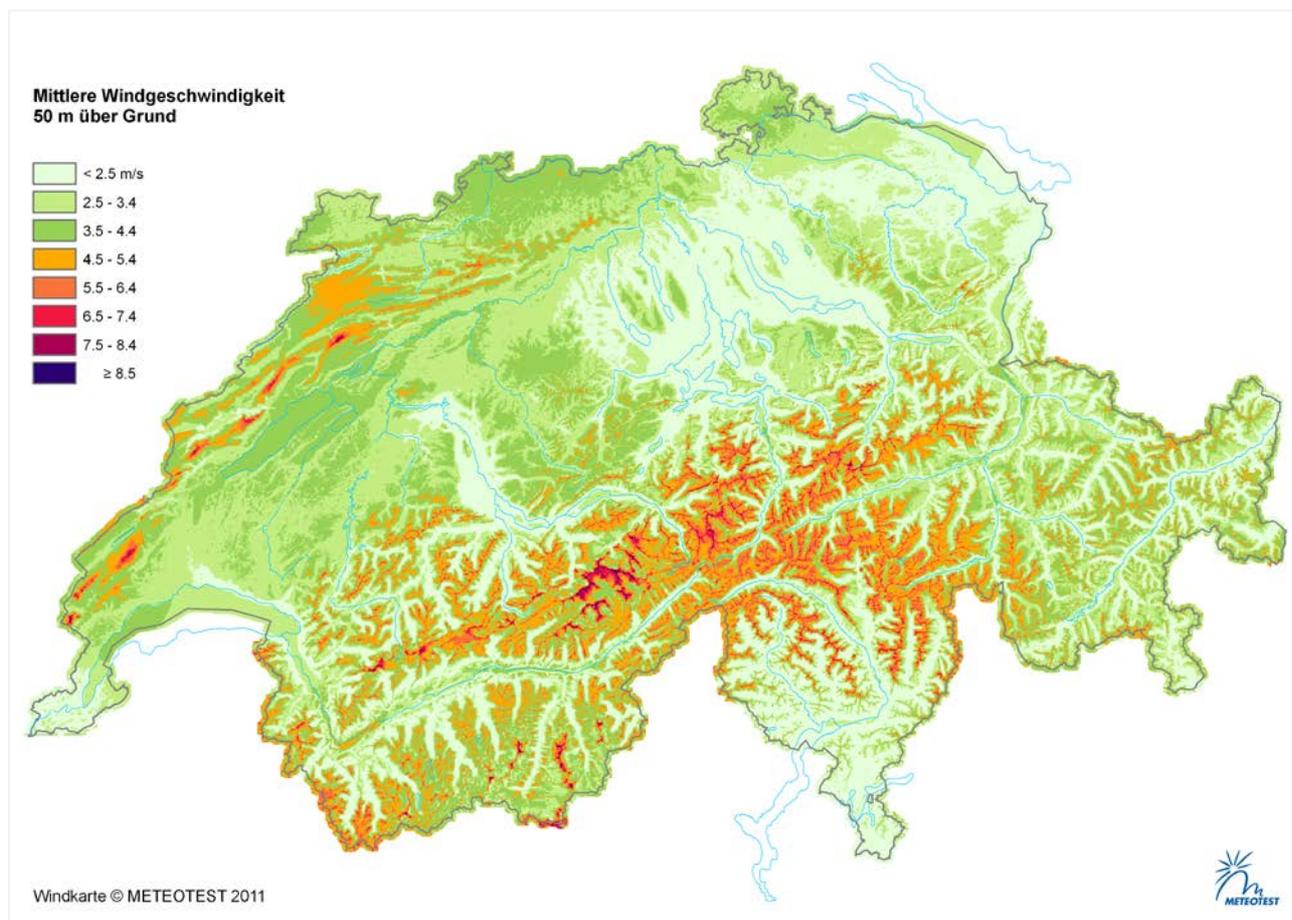


Figura 6:Carta dei venti della Svizzera (29).

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 Minusio (30).



Figura 7: Carta dei venti del Comune di Minusio (31).

Osservando la Figura 7 appare chiaro che la velocità annuale media del vento a 50 metri dal suolo si situa, sulla maggior parte del territorio di Minusio, a un livello inferiore ai 2.5 m/s rispetto agli almeno 4.5 m/s necessari. Per questo motivo si ritiene 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 (32) (33):

- 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 risp. al mantenimento di posti di lavoro.
- Protezione e valorizzazione: la gestione dei boschi⁴⁵, 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 nafta 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 (34). 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.

⁴⁵ 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 Minusio è stata elaborata dalla SUPSI (ISAAC-DACD) ed è riportata in dettaglio nel cap. 12 (Allegato: Potenziale di produzione di energia dal bosco). L'analisi è stata svolta facendo riferimento a quattro differenti livelli territoriali:

- Cantone Ticino;
- Regione del Locarnese;
- Comune di Minusio con i comuni confinanti di Brione sopra Minusio, Muralto, Tenero-Contra e Orselina;
- Comune di Minusio.

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

Tabella 37: Potenziali di produzione di energia termica dal legno boschivo riferito a differenti livelli territoriali.

Livello territoriale	Accrescimento sfruttabile [m3/anno]	Potenziale energetico [MWh/a]
Canton Ticino	62'831	166'966
Regione Locarnese	12'522	34'318
Comune di Minusio con i comuni limitrofi	828	2'313
Comune di Minusio	273	763

Confrontando i dati riportati in Tabella 37 con quelli concernenti la stima del consumo energetico del parco edifici di Minusio, pari a 93'128 MWh/a (cfr. Tabella 13, pag. 20), diventa chiaro che non è possibile coprire il fabbisogno di energia termica di Minusio in modo incisivo con le sole risorse boschive disponibili sul solo territorio comunale. Queste consentono infatti di arrivare a una quota di copertura pari a circa lo 0.8%. Anche includendo i comuni limitrofi, la quota resta piuttosto esigua e pari a circa il 2.5%. Il legname proveniente dall'intera Regione del Locarnese permetterebbe invece di arrivare a un grado di copertura più significativo e pari a circa il 37%.

La valutazione dell'effettivo potenziale di sfruttamento dell'energia termica dal legno deve essere svolta nell'ambito dell'elaborazione di un dettagliato piano forestale in collaborazione con l'autorità cantonale competente (Sezione forestale). Laddove non ancora esistente, il piano deve includere anche lo sviluppo di una filiera dell'energia del legno, che implica il coinvolgimento di rispettivamente la collaborazione con tutti i portatori di interesse presenti nella regione.

6.3.2 Potenziale energia elettrica

In considerazione dei dati riportati in Tabella 37, lo sfruttamento del legname locale per produrre, in un impianto a cogenerazione, anche elettricità è esclusa. Per essere economicamente sostenibili queste tipologie di impianto necessitano di un'elevata potenza. A titolo comparativo, è considerato di dimensioni medio-piccole un impianto con una potenza elettrica pari a 1 MW_{el.}: 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 (35).



6.3.3 Indicatori e obiettivi energia dal legno

Allo scopo di monitorare, a lungo termine, l’evoluzione della produzione di energia termica dalla legna a livello comunale in riferimento al potenziale di produzione fattibile, sono stati individuati gli indicatori riportati nella tabella successiva, che il comune di Minusio è invitato a raccogliere e confrontare con gli obiettivi riportati in

Tabella 39.

Tabella 38: Indicatori relativi alla produzione di energia termica dalla legna a livello comunale.

Indicatore	Valore di rif. anno 2012	Fonte/Elaborazione
Potenza degli impianti a legna installati	590 kW ⁴⁶	Rilievo sistematico licenze edilizie (UTC), Catasto cant.
Produzione di energia termica da impianti a legna	887 MWh/a	Calcolo ⁴⁷ : potenza * 1500 h
Potenza centrali termiche a legna allacciate a reti di teleriscaldamento	0 MWh	Rilievo sistematico licenze edilizie (UTC), Catasto cant.

Tabella 39: Obiettivi relativi alla produzione di energia termica dalla legna a livello comunale.

Indicatore	Obiettivo minimo	Fonte/Elaborazione
Produzione di energia termica da impianti a legna con legname indigeno	723 MWh/a prodotti con legname locale	Rilievo sistematico licenze edilizie (UTC), Catasto cant.

⁴⁶ Stima: energia termica proveniente dalla legna (887 MWh, cfr. Tabella 23) valida solo per caldaie alimentate a legna che fungono da riscaldamento principale.

⁴⁷ Stima valida solo per caldaie alimentate a legna che fungono da riscaldamento principale.

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 calore⁴⁸ di un edificio o di una rete di teleriscaldamento (cfr. cap. 8.1).

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]. 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 (cfr. figura sottostante).

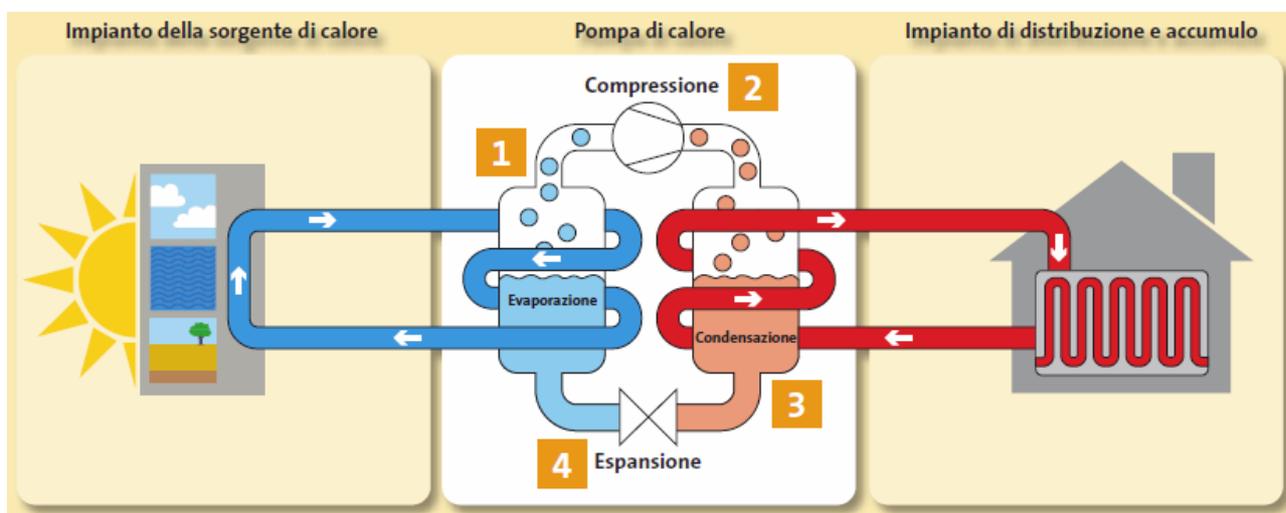


Figura 8: Schema di funzionamento di una pompa di calore (36).

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.

⁴⁸ Se l'edificio non è dotato di circuito idraulico per la distribuzione del calore: ev. pompa di calore aria-aria.

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. Esso dipende da fattori di dimensionamento e progettazione ed è fortemente influenzato anche dalle condizioni 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 per l'approvvigionamento elettrico.

Tabella 40: CLA indicativo per tipologia di pompa di calore, in funzione dello stato dell'immobile (37).

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.
- Nella zona Au, come citato nel rapporto dell'IST (cfr. cap. 13), 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 Minusio è stata svolta dalla SUPSI (IST-DACD) ed è riportata in dettaglio nel cap. 13 (Allegato: Delimitazione delle aree idonee allo sfruttamento del sottosuolo). Come rappresentato nella tavola "III. Potenziale calore ambientale dalle acque di falda" (cfr. cap. 11), l'area favorevole alla captazione e re-immissione di acqua di falda a scopo di sfruttamento energetico si sviluppa nella fascia costiera del Lago Maggiore e si sovrappone interamente all'area idonea allo sfruttamento dell'acqua di lago (cfr. cap. 6.4.2).

La maggioranza degli impianti presenti in quest'area è a nafta (85%) e il consumo totale del parco edifici localizzato nella zona, esclusi gli edifici già approvvigionati con pompe di calore, è stimato a **14'178 MWh/anno** (cfr. Tabella 41).

Tabella 41: Numero di impianti e rispettivo consumo riferito all'area favorevole allo sfruttamento dell'acqua di falda, suddiviso per vettore energetico escluse le pompe di calore già esistenti.

Vettore energetico	N° impianti	% impianti	Consumo riscaldamento e ACS [MWh]	% consumo
Altre fonti	21	8%	723	5%
Elettricità	44	17%	606	4%
Gas	5	2%	136	1%
GPL	1	0%	56	0%
Legna	6	2%	185	1%
Nessun dato disp.	13	5%	359	3%
Olio	163	64%	12'113	85%
Totale	253	100%	14'178	100%

Considerando un CLA medio, per le pompe di calore acqua-acqua in edifici esistenti, pari a 4.0 (cfr. Tabella 40), il potenziale si attesta quindi a circa **10'600 MWh/anno di calore ambientale** dalle acque di falda e implica un maggiore consumo di **energia elettrica pari a circa 3'500 MWh/anno**.

6.4.2 Potenziale calore ambientale dal lago

Il territorio di Minusio si sviluppa lungo la riva del Lago Maggiore, che può costituire un'importante fonte di calore da sfruttare in abbinamento alle pompe di calore.

I dati raccolti tra il 1979 e il 2010 in merito all'andamento della temperatura delle acque del Lago Maggiore nello strato tra 0 e 20 m (38) indicano che questa varia fra un massimo di 15°C-20°C nei mesi tra giugno e settembre e un minimo di circa 7°C tra gennaio e marzo. Per avere valori che, sul corso dell'anno, si mantengono sufficientemente costanti, di regola è necessario effettuare i prelievi a una profondità di almeno 30 m (39).

Per stimare il potenziale di produzione di calore dal lago sono stati presi in considerazione tutti gli edifici non ancora dotati di pompa di calore e localizzati:

- a una distanza massima di 50 m dalla riva (Zona 50);
- a una distanza fra 50 e 100 m dalla riva (Zona 50-100), in questo caso ad esclusione di quelli monofamiliari e dei magazzini⁴⁹.

È stata considerata l'intera fascia costiera ad esclusione dell'area di passaggio del collegamento alla A13 in direzione di Tenero. Il dettaglio delle zone considerate è rappresentato nella tavola "IV. Potenziale calore ambientale dal lago" (cfr. cap. 11).

La maggioranza degli impianti presenti nella Zona 50 sono a olio (59%) e il consumo totale del parco edifici localizzato nell'area, esclusi gli stabili già approvvigionati con pompe di calore, è stimato a 1'661 MWh/anno (cfr. Tabella 42). Per quanto concerne la Zona 50-100, quest'ultimo si

⁴⁹ Si ritiene che oltre i 50 m dalla riva 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 più immediate (ad es.: sfruttamento acqua di falda o calore ambientale dall'aria).

attesta a 2'869 MWh/anno, l'88% del quale coperto con olio da riscaldamento (cfr. Tabella 43). Il consumo totale è quindi pari a **4'530 MWh/anno**.

Tabella 42: Numero di impianti e rispettivo consumo riferito alla Zona 50 (distanza \leq 50 m), suddiviso per vettore energetico ed escluse le pompe di calore già esistenti.

Vettore energetico	N° impianti	% impianti	Consumo riscaldamento e ACS [MWh]	% consumo
Altre fonti	2	4%	19	1%
Elettricità	14	27%	214	13%
GPL	1	2%	56	3%
Nessun dato disp.	4	8%	24	1%
Olio	30	59%	1'348	81%
Totale	51	100%	1'661	100%

Tabella 43: Numero di impianti e rispettivo consumo riferito alla Zona 50-100 (distanza $>$ 50 m e \leq 100 m), suddiviso per vettore energetico ed esclusi gli stabili monofamiliari, i magazzini e le pompe di calore già esistenti.

Vettore energetico	N° impianti	% impianti	Consumo riscaldamento e ACS [MWh]	% consumo
Altre fonti	1	3%	76	3%
Elettricità	4	13%	56	2%
Gas	1	3%	41	1%
GPL	0	0%	0	0%
Legna	1	3%	21	1%
Nessun dato disp.	2	7%	137	5%
Olio	21	70%	2'537	88%
Totale	30	100%	2'869	100%

Considerando un CLA medio, per le pompe di calore acqua-acqua in edifici esistenti, pari a 4.0 (cfr. Tabella 40), il potenziale si attesta quindi a circa **3'400 MWh/anno di calore ambientale** dal lago e implica un maggiore consumo di **energia elettrica pari a circa 1'100 MWh/anno**. Dal momento che la zona idonea allo sfruttamento dell'acqua di lago coincide con quella idonea allo sfruttamento dell'acqua di falda, **questo potenziale è incluso in quello delle acque di falda** (cfr. cap. 6.4.1).

6.4.3 Potenziale calore ambientale dal sottosuolo

L'analisi delle zone idonee allo sfruttamento del calore geotermico per il comune di Minusio è stata svolta dalla SUPSI (IST-DACD) ed è riportata in dettaglio nel cap. 13 (Allegato: Delimitazione delle aree idonee allo sfruttamento del sottosuolo). Come rappresentato nella tavola "V. Potenziale calore ambientale dal sottosuolo" (cfr. cap. 11), l'area favorevole alla realizzazione di impianti geotermici esclude unicamente le zone di protezione delle acque e si sovrappone interamente all'area idonea allo sfruttamento dell'acqua di falda e di lago (cfr. cap. 6.4.1 e 6.4.2). In questo ambito si sottolinea che nella zona Au, situata nella parte maggiormente a sud-est del comune e caratterizzata da una bassa densificazione edilizia, è l'autorità cantonale a definire, caso per caso, la possibilità di realizzare impianti di questo tipo.

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 alla realizzazione di impianti geotermici rispettivamente nella zona Au, a esclusione di quelli monofamiliari e dei magazzini⁵⁰. Il consumo totale degli edifici considerati, la maggior parte del quale coperto con olio (84%), è stimato a **52'604 MWh/anno** (cfr. Tabella 44).

Tabella 44: Numero di impianti e rispettivo consumo riferito alla zona favorevole per la geotermia (Au inclusa), suddiviso per vettore energetico ed esclusi gli stabili monofamiliari, i magazzini e le pompe di calore già esistenti.

Vettore energetico	N° impianti	% impianti	Consumo riscaldamento e ACS [MWh]	% consumo
Altre fonti	66	9%	3'977	8%
Elettricità	103	14%	2'685	5%
Gas	3	0%	88	0%
GPL	4	1%	484	1%
Legna	10	1%	376	1%
Nessun dato disponibile	26	4%	1'007	2%
Olio	520	71%	43'988	84%
Totale	732	100%	52'604	100%

Dal momento che parte di questo consumo, nelle aree costiere del Lago Maggiore, potrebbe più facilmente essere coperto con acqua di falda o di lago (cfr. cap. 6.4.1), il consumo considerato per la geotermia si attesta a **41'934 MWh/anno**. Questo valore è calcolato sottraendo al consumo definito in Tabella 44 il consumo di tutti gli edifici, che si trovano nella zona idonea allo sfruttamento di acqua di falda⁵¹ (cfr. Tabella 45)

Tabella 45: Numero di impianti e rispettivo consumo riferito all'area favorevole allo sfruttamento dell'acqua di falda, suddiviso per vettore energetico ed esclusi gli stabili monofamiliari, i magazzini e le pompe di calore già esistenti.

Vettore energetico	N° impianti	% impianti	Consumo riscaldamento e ACS [MWh]	% consumo
Altre fonti	9	7%	580	5%
Elettricità	14	11%	321	3%
Gas	1	1%	41	0%
GPL	1	1%	56	1%
Legna	2	2%	120	1%
Nessun dato disp.	3	2%	288	3%
Olio	95	76%	9'265	87%
Totale	125	100%	10'670	100%

⁵⁰ 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 più immediate (ad es.: sfruttamento acqua di falda, cfr. cap. 6.4.1).

⁵¹ Questo include anche quello per lo sfruttamento dell'acqua di lago.

Considerando un CLA medio, per le pompe di calore geotermiche in edifici esistenti, pari a 3.6 (cfr. Tabella 40), il potenziale si attesta quindi a circa **30'300 MWh/anno di calore ambientale** dal sottosuolo e implica un maggiore consumo di **energia elettrica pari a circa 11'600 MWh/anno**.

6.4.4 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 infatti disponibile ovunque. Come già accennato questa soluzione, pur presentando un rendimento inferiore (cfr. Tabella 40), 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.

Per stimare questo potenziale sono stati presi in considerazione tutti gli edifici monofamiliari e i magazzini non ancora dotati di pompa di calore presenti sul territorio di Minusio. Il consumo totale degli edifici considerati, la maggior parte del quale coperto con olio (74%), è stimato a **21'982 MWh/anno** (cfr. Tabella 46).

Tabella 46: Numero di impianti e risp. consumo riferito esclusivamente agli edifici monofamiliari e ai magazzini, suddiviso per vettore energetico ed escluse le pompe di calore già esistenti.

Vettore energetico	N° impianti	% impianti	Consumo riscaldamento e ACS [MWh]	% consumo
Altre fonti	113	11%	1'772	8%
Elettricità	278	28%	2'511	11%
Gas	7	1%	127	1%
GPL	8	1%	194	1%
Legna	40	4%	405	2%
Nessun dato disp.	85	9%	759	3%
Olio	456	46%	16'214	74%
Totale	987	100%	21'982	100%

Al consumo così definito è stato sottratto, in riferimento agli edifici monofamiliari, quello che potrebbe essere coperto con acqua di falda o di lago (cfr. cap. 6.4.1 e Tabella 47). Il consumo considerato per il calore ambientale dall'aria si attesta pertanto a **18'565 MWh/anno**.

Tabella 47: Numero di impianti e rispettivo consumo riferito all'area favorevole allo sfruttamento dell'acqua di falda e agli edifici monofamiliari e ai magazzini, suddiviso per vettore energetico ed escluse le pompe di calore già esistenti.

Vettore energetico	N° impianti	% impianti	Consumo riscaldamento e ACS [MWh]	% consumo
Altre fonti	12	10%	143	4%
Elettricità	29	23%	282	8%
Gas	4	3%	96	3%
Legna	4	3%	65	2%
Nessun dato disp.	9	7%	66	2%
Olio	68	54%	2'766	81%
Totale	125	100%	3'417	100%



Considerando un CLA medio, per le pompe di calore aria-acqua in edifici esistenti, pari a 2.8 (cfr. Tabella 40), il potenziale si attesta quindi a circa **13'500 MWh/anno di calore ambientale** dall'aria e implica un maggiore consumo di **energia elettrica pari a circa 5'100 MWh/anno**.

6.4.5 Panoramica potenziale calore ambientale

Considerando quanto esposto nei capitoli precedenti, il potenziale totale di produzione di energia termica attraverso l'impiego di pompe di calore si attesta a **74'600 MWh/anno**, pari a un potenziale di copertura del fabbisogno termico del parco edifici di Minusio (93'128 MWh/a, cfr. Tabella 13 a pag. 20) di circa l'**80%**.

Tale potenziale è costituito per il **70% circa da calore ambientale** (54'400 MWh/anno) e per il **30% da elettricità** (20'200 MWh/anno).

Tabella 48: Panoramica del potenziale di produzione di energia termica con pompe di calore e stima della rispettiva potenza, suddiviso per fonte energetica.

Fonte energetica	Copertura consumo con calore ambientale [MWh]	Copertura consumo con elettricità [MWh]	Stima potenza elettrica ⁵² [MW]
Falda/lago	10'600	3'500	2.3
Sottosuolo	30'300	11'600	7.7
Aria	13'500	5'100	3.4
Totale	54'400	20'200	13.5

6.4.6 Indicatori e obiettivi calore ambientale

Allo scopo di monitorare, a lungo termine, l'evoluzione della produzione di energia termica con l'ausilio di termopompe a livello comunale in riferimento al potenziale di produzione fattibile, sono stati individuati gli indicatori riportati nella tabella successiva, che il comune di Minusio è invitato a raccogliere e confrontare con gli obiettivi riportati in Tabella 55.

Tabella 49: Indicatore relativo alla produzione di energia termica con le pompe di calore a livello comunale.

Indicatore	Valore di rif. anno 2012	Fonte/Elaborazione
Pompe di calore: kW _{el.} installati	1'995 (cfr. Tabella 18)	Società Elettrica Sopracenerina

Tabella 50: Obiettivo relativo alla produzione di energia termica con le pompe di calore a livello comunale.

Indicatore	Obiettivo	Fonte/Elaborazione
Pompe di calore: kW _{el.} installati	13'500 (cfr. Tabella 48)	Società Elettrica Sopracenerina

⁵² Ipotesi: 1'500 h di funzionamento 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 2012 quasi il 60% della produzione di elettricità svizzera proveniva da forza idrica (40). 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 (41). 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 (42):

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

- H_n : caduta netta (o diff. di pressione utilizzabile: 1 bar = caduta 10 m) corrisponde alla caduta globale disponibile dedotte le perdite di carico⁵³, 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.bfe.admin.ch/kleinwasserkraftwerk.

6.5.1 Energia elettrica dalle acque superficiali

Sui corsi d'acqua presenti sul territorio comunale di Minusio non esistono stazioni di misurazione permanenti e non è pertanto possibile disporre del dato concernente la loro portata media. Esistono indicazioni in merito portate di piena riferite a uno studio sulle zone di pericolo realizzato dal Cantone in collaborazione con la SUPSI (agosto 2012) e dei dati di simulazione elaborati dall'UFAM e dall'istituto WSL per tutta la Svizzera, questi ultimi sono tuttavia approssimativi. Per il riale Navegna vi è invece uno studio preliminare, realizzato nel 1998 (43), che valutava la possibilità di installare un impianto idroelettrico a partire dalla diga Tendrasca. Anche in questo caso tuttavia non erano disponibili dati concernenti gli effettivi apporti idrici ed erano stati pertanto utilizzati i dati di bacini imbriferi simili. Nell'ambito dello studio il volume d'acqua del Navegna era stato quindi stimato in correlazione con le portate del riale Melera in Valle Morobbia⁵⁴.

⁵³ Perdite di attrito dell'acqua con differenti elementi (pareti dei canali, griglie, condotte forzate ecc.).

⁵⁴ Nel 2000 è stato effettuato un monitoraggio delle portate del riale Navegna ma solo su 4 mesi, da gennaio ad aprile di quell'anno.

Considerando l'assenza assoluta di dati di misurazione affidabili per i riali presenti sul territorio di Minusio, il potenziale di produzione di elettricità da acque superficiali è stato valutato esclusivamente per il riale Navegna e in riferimento ai dati indicati dallo studio preliminare del 1998. In questo ambito si sottolinea nuovamente che tale valutazione si basa su dati stimati e, in ogni caso, non aggiornati. Per verificare in dettaglio l'eventuale potenziale del riale Navegna e degli altri riali presenti sul territorio, il comune dovrebbe eseguire delle misurazioni di portata sull'arco di almeno un anno. Sarebbe in ogni caso ottimale disporre di dati pluriennali.

Il volume medio annuo degli afflussi del riale Navegna alla diga Tendrasca è stimato, nello studio preliminare, come segue (43):

- Deflusso medio annuo: 5.1 mio m³
- Portata media annua: 162 l/s
- Portata specifica: 45 l/s km²

Lo studio ha portato alla stesura di due varianti tecnicamente simili, indicando già quale soluzione fosse la più economica e redditizia. Quest'ultima prevedeva tre componenti principali:

- un'opera di presa, realizzata sfruttando lo sbarramento già esistente;
- una condotta forzata, lunga circa un km e con diametro di 300 mm, che seguiva il tracciato del riale sino a Minusio;
- la centrale, situata in zona Esplanade, prevista come una costruzione di circa 70 m² al cui interno sarebbero state installate una turbina Pelton e il rispettivo generatore.

La realizzazione dell'impianto come descritto nel rapporto avrebbe permesso di produrre circa **2'000 MWh/anno** di elettricità (cfr. tabella sottostante).

Tabella 51: Dati tecnici impianto riale Navegna (variante 2) (43).

Descrizione	Indicatore	Valore
Portata di dimensionamento [l/s]	Q _d	130
Deflusso residuale minimo [l/s]	Q _{dot}	50
Salto lordo [m]	H	430
Potenza installata [kW]	P _{inst}	440
Produzione media annua di energia [MWh]	E	2'000
Lunghezza condotta [m]	L	1'250
Diametro condotta [mm]	d	300

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 mini 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 Minusio sono presenti undici zone sorgive per l'approvvigionamento idrico (cfr. Tabella 52), quattro delle quali (Schivasco, Fontai, Fornera e Pedroia) sono già sfruttate con l'impianto Val Resa (44), localizzato sul ramo est di entrata della nuova camera di raccolta situata a un'altitudine di 760 m.s.l.m. (cfr. Figura 9). Questa convoglia anche le acque delle sorgenti del ramo ovest (sorgenti Romerio, Sira e Val Resa). L'impianto Val Resa (20 kW di potenza) è in funzione da giugno 2007 con una produzione media annua pari a circa 44 MWh (media 2009-2013), di cui circa il 50% viene utilizzato per l'alimentazione degli impianti di disinfezione UV.

Tabella 52: Sorgenti di approvvigionamento di acqua potabile nel territorio di Minusio⁵⁵ (45).

Definizione	Portata minima [l/min.]	Portata media [l/min.]	Portata massima [l/min.]
Sorgenti Val Resa	207	912	4'520
Sorgenti Romerio	4.8	53.4	188.4
Sorgenti Sira	105	274.8	649.8
Sorgenti Schivasco	97.2	446.4	1'353
Sorgenti Fontai	100	550	2'450
Fornera	-	-	-
Pedroia	60	160	300
Sorgenti Chiodo	-	-	-
Sorgenti Giorledo	3	13.8	49.8
Sorgenti Cugnolo	75	150	300
Sorgenti Gerbi	16.8	171	629.4
Sorgenti Cagioi	-	-	-
Fontane Veroniche	2.4	13.8	37.8

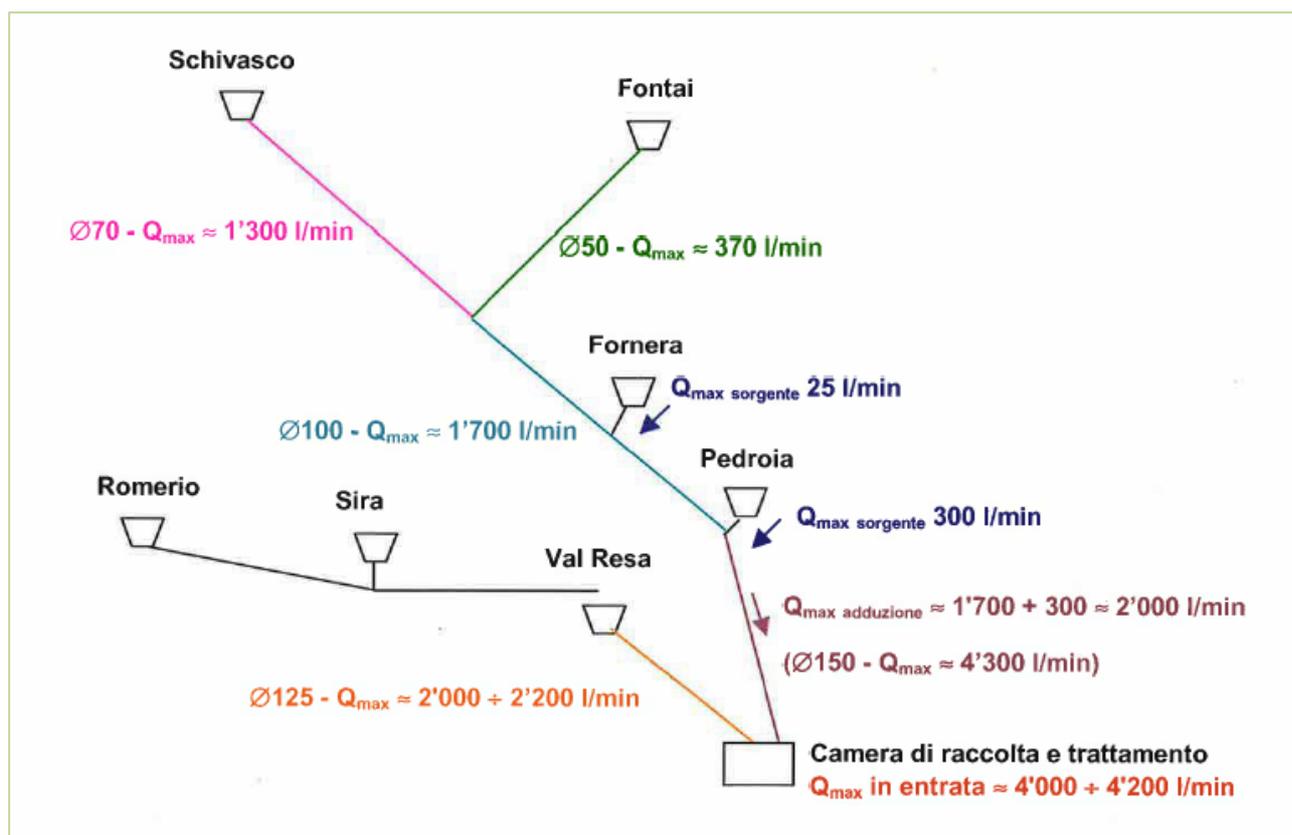


Figura 9: Schema condotte di adduzione alla nuova camera di raccolta. L'impianto Val Resa esistente è situato sul ramo est, all'imbocco della camera di raccolta (44).

⁵⁵ I dati di portata si riferiscono esclusivamente alla produzione effettiva.

Il Comune di Minusio ha già valutato la realizzazione di un secondo impianto di recupero, che sfrutterebbe le acque delle sorgenti Val Resa e quelle di pompaggio, provenienti dal serbatoio Zotte (525 m s.l.m.) (46).

Tabella 53: Dati tecnici impianto Zotte pianificato, (46).

Descrizione	Indicatore	Valore
Portata media [l/s]	Q_{medio}	35
Portata nominale [l/s]	Q_{nom}	65
Salto lordo [m]	H	185
Potenza media [kW]	P_{med}	49
Potenza nominale [kW]	P_{nom}	93
Produzione media annua di energia [MWh]	E	430

In aggiunta a quanto sopra esposto abbiamo eseguito una valutazione approssimativa dell'eventuale potenziale ancora disponibile, prendendo in considerazione le altre sorgenti in funzione non ancora sfruttate rispettivamente per le quali non è stato previsto alcun impianto (cfr. metodologia descritta nel cap. 6.5):

- Sorgenti Chiodo, Fontane Veroniche e sorgenti Cugnolo
Con un salto di 80 m tra le due camere di raccolta poste rispettivamente a 960 e 880 m s.l.m. e una portata effettiva totale di circa 205.8 l/min., la produzione media annua è stimata a circa 16'000 kWh, quindi **non redditizia**.
- Sorgenti Chiodo e Fontane Veroniche
Con un salto di 170 m tra le due camere di raccolta più a monte e una portata totale di circa 55 l/min., la produzione media annua è stimata a circa 9'000 kWh, quindi **non redditizia**.
- Sorgenti Romerio e Sira (ramo ovest)
Con un salto di 90 m tra il serbatoio Sira e la camera di raccolta Val Resa posti rispettivamente a 850 e 760 m s.l.m. e una portata totale di circa 318 l/m, la produzione media annua è stimata a circa 28'000 kWh, quindi potenzialmente **redditizia**. Questo potenziale è incluso in quello riportato in Tabella 53.

I valori sopraccitati dovrebbero essere verificati attraverso specifici studi di fattibilità.

7 Potenziali di produzione 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 (47):

- 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.

7.1 Rifiuti solidi urbani (RSU)

I rifiuti solidi urbani di Minusio (nel 2012 il comune ha raccolto 1'200 ton circa di RSU (48)), 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 che varia da 10 a 35 MW termici (49).

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

7.2 Scarti vegetali

Nel 2012 a Minusio sono state raccolte circa 1'000 tonnellate di scarti vegetali⁵⁶. 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 (50):

- compostaggio⁵⁷ 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 10.

⁵⁶ Riferite a scarti di potature e di giardino, non vengono raccolti gli scarti organici di commerci, economie domestiche ecc.

⁵⁷ 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.

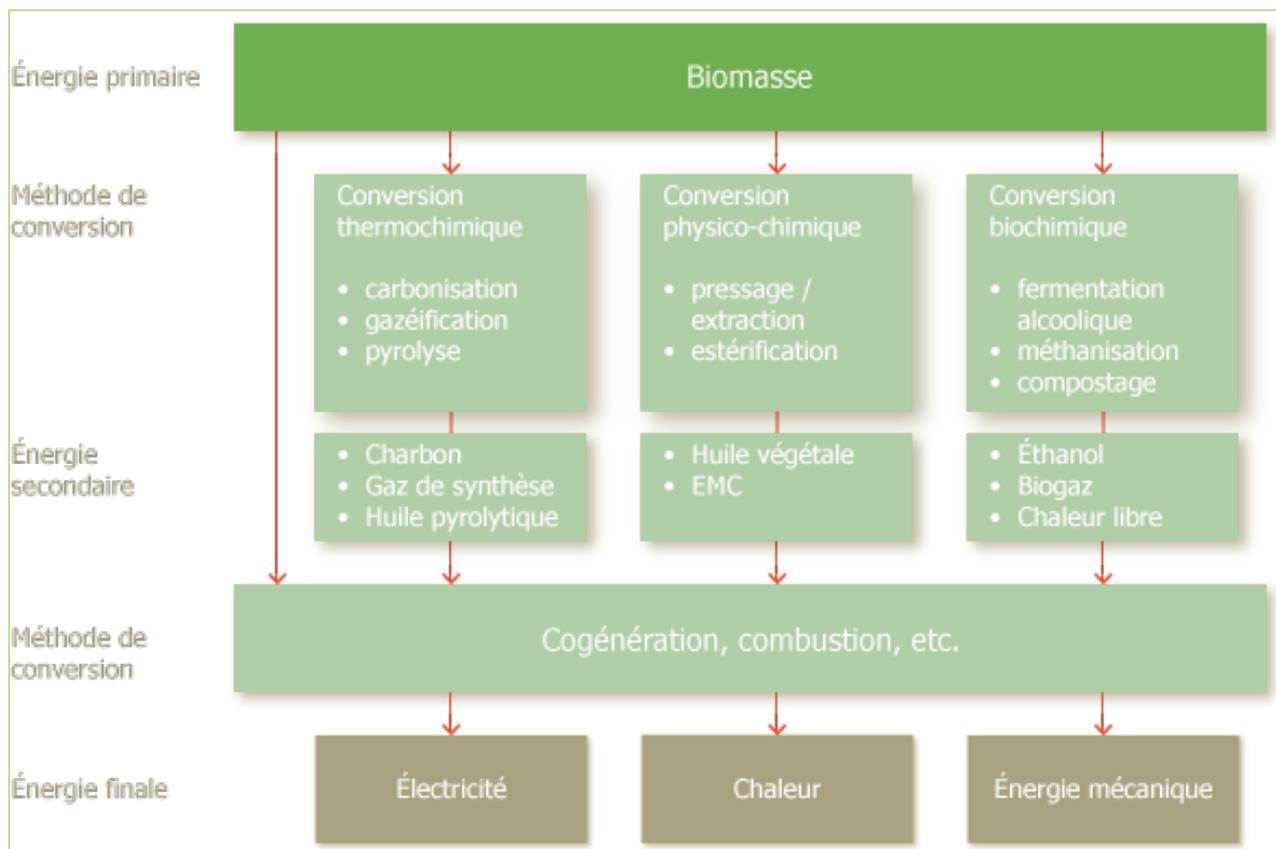


Figura 10: Panoramica delle possibilità di utilizzo dell’energia contenuta negli scarti organici (47).

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 (cfr. anche cap. 8.2), si fa di regola riferimento a una quantità pari a circa 10’000-12’000 ton all’anno (51).

In considerazione di questi numeri e della quantità di scarti vegetali raccolta annualmente da Minusio (ca. 1’000 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.

8 Potenziali delle infrastrutture

8.1 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.

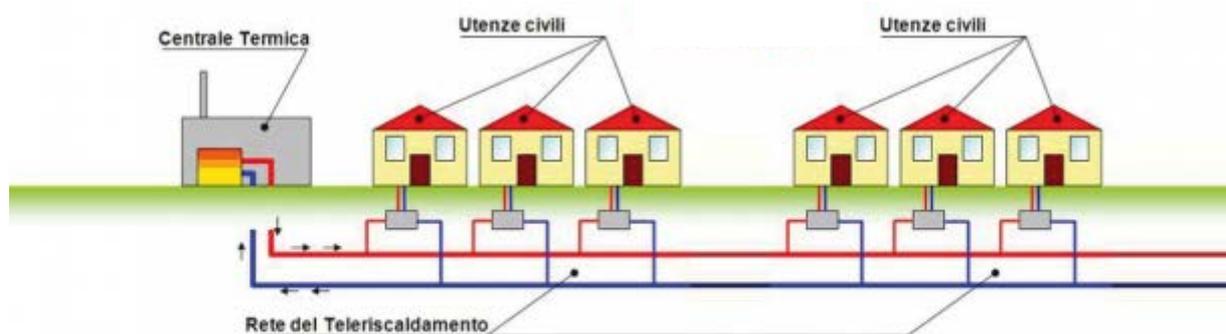


Figura 11: Schema di una rete di teleriscaldamento (71).

Ogni edificio è dotato di una cosiddetta sottostazione con scambiatore di calore allacciato al sistema di distribuzione del calore dell'edificio. La sottostazione è dotata 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 (32) (33) (52):

- 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 aggiornata.

- 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).
- 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 (28):

- 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'acciottolato⁵⁸. 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 realizzazione di reti di teleriscaldamento è finanziata dal Cantone (www.ti.ch/incentivi, www.ti.ch/fer).

⁵⁸ Si tratta di indicazioni di massima. I costi effettivi vanno valutati nell'ambito di uno studio di fattibilità dettagliato.

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 (28) 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. 4.2). In base alle sopraccitate direttive, la realizzazione di una rete di teleriscaldamento è sensata dove la densità di fabbisogno di energia termica raggiunge almeno i 350-400 MWh per ettaro. I risultati dell'analisi mostrano due zone limitrofe particolarmente idonee alla realizzazione di reti di teleriscaldamento, chiaramente visibili nella tavola "VI. Potenziale reti di teleriscaldamento" (cfr. cap. 11) e localizzate nella zona sud e sud-ovest del comune, che include anche il nucleo di Rivapiana. Queste due aree, definite come Zona I e Zona II, sono rappresentate in dettaglio nella tavola "VII. Zone idonee alla realizzazione di reti di teleriscaldamento" (cfr. cap. 11). La prima presenta, nella sua massima estensione, un dislivello pari a circa 80 m mentre la seconda di circa 40 m.

La maggioranza degli impianti presenti in queste zone sono a nafta (82% rispettivamente 77%), 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. capitolo precedente). Il consumo totale del parco edifici presente nelle due zone si attesta a **49'749 MWh/anno** (cfr. Tabella 54 e Tabella 55).

Tabella 54: Numero di impianti e rispettivo consumo riferito alla "Zona I", suddiviso per vettore energetico.

Vettore energetico	N° impianti	% impianti	Consumo riscaldamento e ACS [MWh]	% consumo
Altre fonti	48	8%	1'517	4%
Elettricità	97	17%	1'452	4%
Gas	3	1%	83	0%
GPL	3	1%	59	0%
Legna	12	2%	166	0%
Nessun dato disp.	27	5%	601	2%
Olio	340	59%	27'698	82%
Pompa di calore	42	7%	2'306	7%
Totale	572	100%	33'882	100%

Tabella 55: Numero di impianti e rispettivo consumo riferito alla "Zona II", suddiviso per vettore energetico.

Vettore energetico	N° impianti	% impianti	Consumo riscaldamento e ACS [MWh]	% consumo
Altre fonti	27	13%	1'628	10%
Elettricità	27	13%	1'031	6%
Legna	2	1%	131	1%
Nessun dato disp.	10	5%	207	1%
Olio	127	62%	12'260	77%
Pompa di calore	11	5%	611	4%
Totale	204	100%	15'867	100%

Per quanto concerne la centrale termica per l'alimentazione dell'infrastruttura, la vicinanza al lago e la presenza di zone idonee allo sfruttamento dell'acqua di falda, dell'energia del sottosuolo e, eventualmente, anche del calore residuo delle canalizzazioni (cfr. cap. 6.4 e 8.3), suggerisce la possibilità di un approvvigionamento con calore ambientale/residuo in combinazione con una centrale termica a pompa di calore. Si potrebbe inoltre prendere in considerazione anche lo sfruttamento del legname presente sul territorio (cfr. Tabella 37, pag. 46), che, in combinazione con altre fonti, potrebbe contribuire a coprire una parte del fabbisogno di energia termica. Nel caso in cui lo sfruttamento delle energie rinnovabili si rivelasse non idoneo, si potrebbe valutare la possibilità, in considerazione del fatto che la Metanord sta portando il gas nel Locarnese, di realizzazione di una centrale a gas a cogenerazione (cfr. cap. 8.2). Il gas potrebbe inoltre essere impiegato anche in combinazione con la centrale a pompa di calore e/o a legna per la copertura delle punte di consumo.

Questi aspetti e l'eventuale possibilità di realizzare un'unica rete che includa le due zone, poco distanti fra loro, oppure più reti di minore estensione, sono in ogni caso da valutare nell'ambito di uno studio di fattibilità dettagliato. L'effettivo potenziale di realizzazione di una rete di teleriscaldamento deve quindi essere analizzato nell'ambito di un iter procedurale che, di regola, include le tappe descritte in Figura 12. 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.

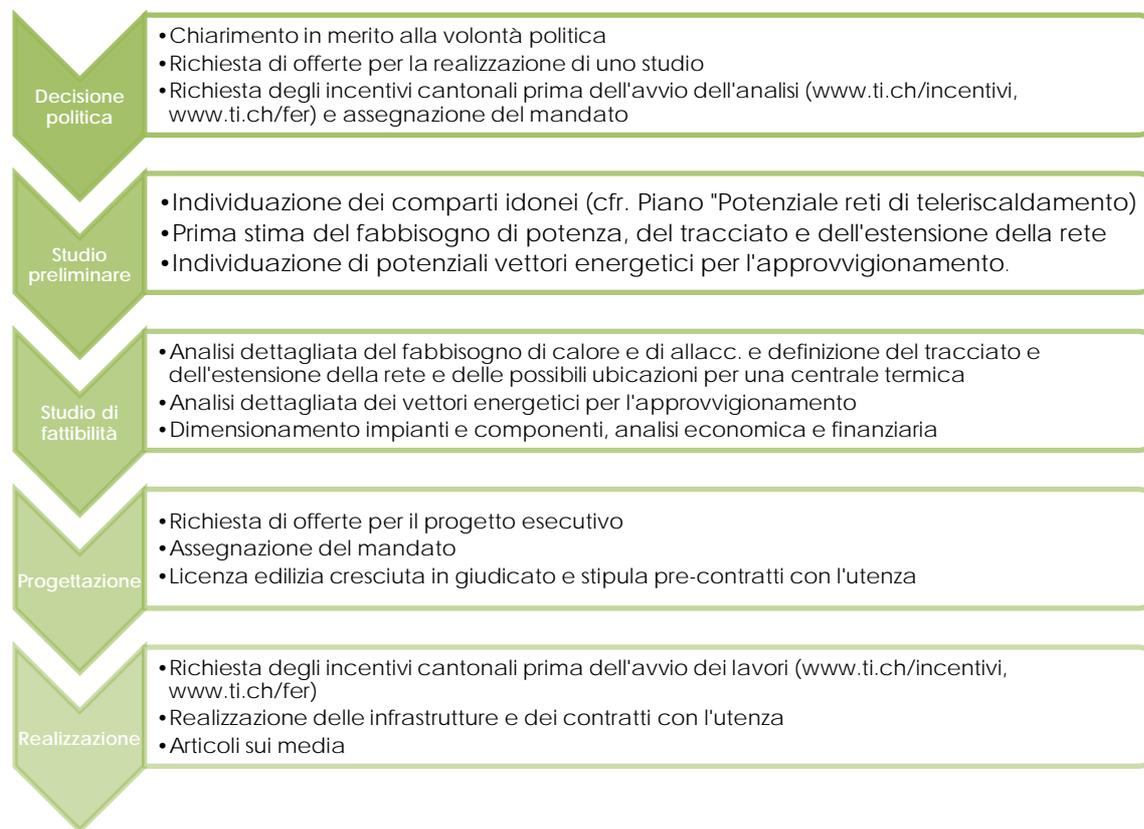


Figura 12: Schema di base dell'iter per la realizzazione di una rete di teleriscaldamento (52).

8.2 Rete del gas

8.2.1 Il ruolo del gas nella politica energetica e climatica

Nella politica energetica federale (Strategia energetica 2050) e cantonale (PEC) il gas naturale (o metano, CH₄) è citato come vettore di transizione. Considerando gli obiettivi della politica climatica svizzera e quelli comunali (cfr. cap. 5) e che si tratta di un vettore energetico di origine fossile, la cui combustione genera gas a effetto serra (cfr. Tabella 24), il suo ruolo nello sviluppo del settore energetico è riconosciuto, dagli strumenti federali e cantonali di politica energetica, in particolare riferimento agli ambiti descritti di seguito.

- **Cogenerazione.** La futura domanda di energia elettrica sarà soddisfatta da un mix di energia idroelettrica, nuove energie rinnovabili (sole, vento, biomassa) e, se necessario, attraverso importazioni di energia elettrica e impianti di cogenerazione (produzione combinata di elettricità e calore, che consente un risparmio energetico di circa il 30% rispetto a una loro produzione individuale) alimentati a gas naturale, che potrebbero contribuire a garantire la stabilità della rete. Il ricorso a energie fossili per produrre elettricità non deve tuttavia compromettere gli obiettivi di politica climatica della Confederazione e i gestori di questa tipologia di impianto sono pertanto chiamati ad adottare misure di compensazione del CO₂. (53)

Questa considerazione è valida anche a livello cantonale e comunale, soprattutto in considerazione della volontà di raggiungere, a lungo termine, gli obiettivi della Società a 2000 Watt (cfr. Tabella 26 e Tabella 27).

Per quanto concerne la cogenerazione, la tecnologia esistente consente già oggi di realizzare impianti anche di piccola e media potenza, idonei ad approvvigionare singoli edifici o piccoli gruppi di stabili. Ne sono un esempio:

- il progetto di abitazione per anziani del Comune di Monteceneri promosso dal fondo ImmobiliGalli SA e progettato dall'arch. Nicola Galli, che avrà un impianto di micro cogenerazione ritenuto da Stefano Arioli, di Metanord SA, "...una valida alternativa ai tradizionali sistemi di riscaldamento in quanto non solo si consuma molta meno energia (l'equivalente di una villetta unifamiliare), ma nello stesso tempo si produce anche elettricità." (54);
 - l'impianto a cogenerazione di Viganello che, inaugurato dalle AIL il 27 novembre 2013, alimenta, attraverso una rete di teleriscaldamento, cinque edifici e, con una potenza di 1.4 MW, consente di produrre 600 MWh di elettricità e 2'000 MWh di calore all'anno (55).
- **Power to gas.** Le infrastrutture e gli impianti per l'accumulazione di energia giocano un ruolo fondamentale nel sistema di approvvigionamento elettrico, ruolo che assumerà una rilevanza ancora maggiore in futuro. L'irregolare produzione di elettricità da fonti rinnovabili richiede un'elevata flessibilità nella gestione delle reti di approvvigionamento, poiché provoca repentini disequilibri fra produzione e consumo. L'eccedenza della produzione di energia elettrica da rinnovabili (ad esempio da solare o eolico) può essere impiegata per trasformare, tramite elettrolisi, l'acqua in idrogeno (H₂) da immettere nella rete del gas. Il fabbisogno di stoccaggio dipende sia dalla capacità di gestire la produzione degli impianti in funzione delle necessità dei consumatori, sia dallo sviluppo delle reti elettriche. (53)

L'idrogeno prodotto può inoltre essere sottoposto a metanizzazione (con il CO₂) ed essere immesso in rete sotto forma di gas.



- **Reti di teleriscaldamento.** Quale combustibile di transizione verso un sistema energetico improntato sulle energie rinnovabili, è data priorità all'utilizzo del gas in combinazione con reti di teleriscaldamento. Questo approccio è preferibile ad una distribuzione capillare (56) (3) e, oltre a presentare tutti i vantaggi legati alle reti di teleriscaldamento (cfr. cap. 8.1), consente l'eventuale futura sostituzione del vettore energetico (centrale termica che alimenta la rete) senza richiedere interventi sulle infrastrutture di distribuzione del calore e rispecchia quindi il ruolo "transitorio" che la politica energetica riconosce a questo vettore energetico.
- **Mobilità.** Il gas può essere impiegato anche come valida alternativa ai tradizionali carburanti per l'autotrazione (benzina e diesel). (56)

Si ricorda inoltre che il **biogas** prodotto dalla fermentazione anaerobica di biomassa, liquami e scarti vegetali è principalmente costituito da metano e può quindi essere immesso nella rete del gas (dopo eventuale filtrazione a dipendenza della qualità).

Quanto illustrato evidenzia da un lato il carattere versatile del gas e l'importante ruolo che questo vettore energetico e la sua rete di distribuzione potrebbero svolgere nello sviluppo dell'approvvigionamento energetico a livello svizzero, cantonale e comunale verso le energie rinnovabili; dall'altro rileva anche che l'opportunità di impiego del gas naturale quale vettore di approvvigionamento energetico dovrebbe essere valutata in considerazione di:

- possibili alternative rinnovabili presenti a livello locale;
- sistemi di distribuzione adeguati (reti di teleriscaldamento in alternativa alla distribuzione capillare);
- criteri di efficienza (cogenerazione).

La riunione interna avvenuta il 20 dicembre 2013 tra Metanord SA e alcuni rappresentanti del Comune di Minusio⁵⁹ è stata un'occasione di incontro che ha permesso di discutere, tra le altre cose, proprio degli aspetti precedentemente descritti e legati alla versatilità di questo vettore energetico.

8.2.2 Metanord SA

La Metanord SA sta pianificando l'ampliamento della propria rete di distribuzione del gas naturale nel Locarnese. Questo progetto include anche il territorio di Minusio, sul quale sono già presenti alcune tratte di condotta ed è in fase di posa, sulla Via Simen, la condotta ad alta pressione che permetterà di portare il gas naturale sino a Muralto e Locarno. Tale condotta è già dimensionata per consentire l'eventuale distribuzione capillare del gas sul territorio di Minusio (informazione ottenuta da Metanord SA nell'ambito della riunione del 20.12.2013). Una rappresentazione dettagliata della parte di rete già realizzata e di quella progettata da Metanord SA (dati forniti da Metanord SA il 14.01.2014) sul territorio di Minusio è disponibile nella tavola "VIII. Rete del gas Metanord" (cfr. cap. 11). La conformazione della rete progettata indica che Metanord SA propende per una distribuzione capillare del gas nella zona insediativa di Minusio. In considerazione delle analisi dei potenziali delle energie rinnovabili riferite al territorio comunale realizzate, risulta che tale distribuzione sarebbe prevista in aree idonee allo sfruttamento del calore ambientale da lago, acque di falda e sottosuolo ed eventualmente

⁵⁹ Presenti (in ordine alfabetico): Stefano Arioli (Ing. Metanord SA), Edo Bobbià (Direttore Metanord SA), Felice Dafond (On. Sindaco Minusio), Kevin Kalbermatten (UTC Minusio), Giorgio Mas (Capotecnico Minusio), Joël Morgantini (Municipale Minusio), Michela Sormani (consulente Enermi Sagl).



anche di calore residuo dalle canalizzazioni (cfr. cap. 6.4 e 8.3). L'estensione della rete è inoltre pianificata in zone che potrebbero essere adatte alla realizzazione di reti di teleriscaldamento.

8.2.3 Comune di Minusio⁶⁰

Quale Comune sensibile alle problematiche energetiche e ambientali e Città dell'energia certificata, Minusio mira innanzitutto a promuovere, sul proprio territorio, una politica energetica in linea con le disposizioni federali e cantonali in materia e volta a raggiungere, a lungo termine, gli obiettivi della Società a 2000 Watt (cfr. cap. 5). In concreto ciò si traduce nel dare priorità allo sfruttamento delle energie rinnovabili presenti localmente e nel favorire misure di efficienza esemplari. In considerazione di questi aspetti, il Comune desidera che il gas si inserisca quale elemento nella pianificazione globale del sistema di approvvigionamento energetico a livello comunale senza precludere la diffusione di altri vettori energetici - in particolare rinnovabili, che di regola sono caratterizzati da costi di investimento iniziali più elevati - e senza porsi in antitesi ma piuttosto allineandosi e creando sinergie con l'eventuale realizzazione di reti di teleriscaldamento. Il Comune auspica quindi che il ruolo di Metanord SA non sia di distributore ma di partner, eventualmente anche come contractor⁶¹, nella realizzazione di progetti all'avanguardia sul territorio comunale, in modo da diventare un attore fondamentale dell'attuazione della politica energetica comunale e del raggiungimento dei suoi obiettivi (cfr. Tabella 26). Il coinvolgimento di Metanord SA nell'attuare una politica energetica locale all'avanguardia rappresenta una win-win-situation:

- da un lato consente al Comune di adottare soluzioni coerenti e sostenibili in ambito di approvvigionamento energetico, conformi ai propri obiettivi di politica energetica e climatica e a quelli sovraordinati, in collaborazione con un partner affidabile e competente;
- dall'altro permette a Metanord SA di profilarsi ancora di più come azienda all'avanguardia e attore fondamentale della svolta energetica in atto, attuando progetti che fungano da esempio per altre realtà simili e con il valore aggiunto di poter contare sulla disponibilità del Comune a partecipare al finanziamento di progetti esemplari.

8.2.4 Considerazioni finali⁶²

Premesso quanto riportato nei paragrafi precedenti, Minusio ritiene sensato consentire il passaggio del gas sul proprio territorio comunale ma non è favorevole a una sua distribuzione capillare: l'impiego del gas sul territorio deve essere pianificato in considerazione dei potenziali di realizzazione di reti di teleriscaldamento e di sfruttamento dei vettori energetici rinnovabili presenti sul territorio. Le **priorità** di Minusio nell'approfondire le opportunità di utilizzo dei vettori energetici disponibili a livello locale in reti di distribuzione del calore sono definite come segue:

1. Reti di teleriscaldamento alimentate da una o più centrali termiche a energia rinnovabile, impiego del gas per la copertura delle punte di consumo – Esempio: rete di teleriscaldamento Coldrerio (57).

⁶⁰ Il presente paragrafo è stato elaborato in collaborazione con il Comune.

⁶¹ Contracting energetico: il committente delega a un contractor, completamente o solo in parte, i seguenti compiti: pianificazione, finanziamento, realizzazione, esercizio e manutenzione di un'installazione per la produzione di energia.

⁶² Il presente paragrafo è stato elaborato in collaborazione con il Comune.

2. Impiego del gas in centrali termiche a cogenerazione allacciate a reti di teleriscaldamento alimentate anche da altre centrali termiche a energia rinnovabile, nella misura in cui queste ultime non sono sufficienti per coprire il fabbisogno di calore.
3. Impiego del gas in centrali termiche a cogenerazione di grande potenza allacciate a reti di teleriscaldamento, dove l’opportunità di sfruttare le energie rinnovabili per la produzione di calore non è sensata dal profilo tecnico e/o economico – Esempio: rete di teleriscaldamento Viganello (55).

Tali opportunità di utilizzo saranno approfondite da Minusio attraverso studi di fattibilità mirati, che saranno accompagnati da una commissione municipale ad hoc. Il Coinvolgimento di Metanord SA potrebbe inizialmente avvenire attraverso una sua rappresentanza nella commissione municipale e, in seguito e a dipendenza dei risultati degli studi, quale partner di progettazione degli impianti.

8.3 Calore residuo dalle canalizzazioni

Per Minusio, 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 13). 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.

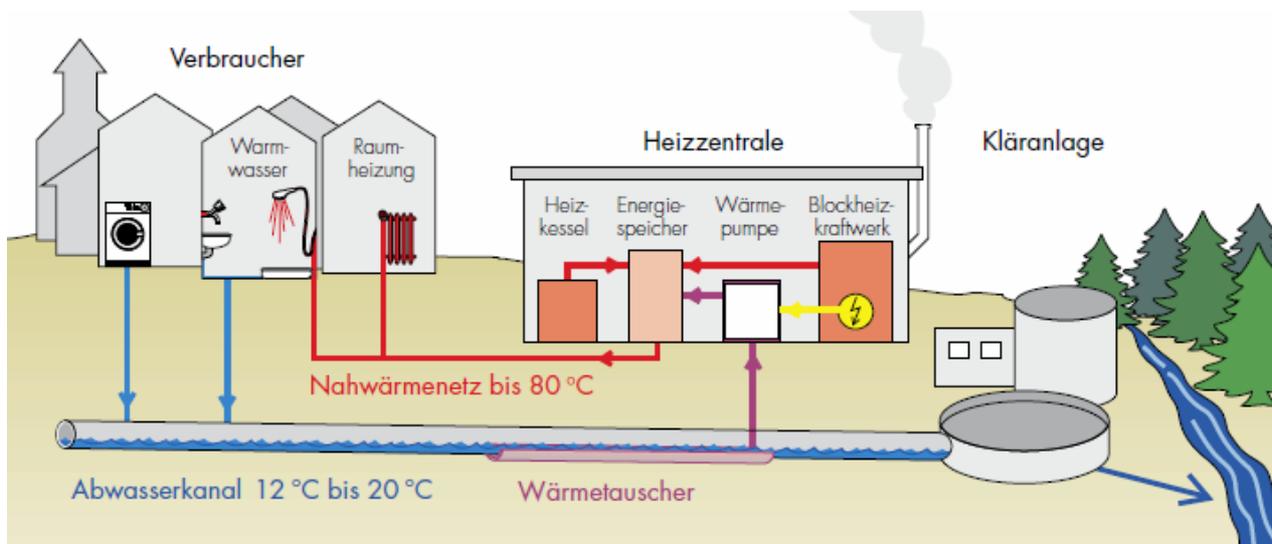


Figura 13: Principi di utilizzo del calore residuo dalle canalizzazioni (58).



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 (58) (59) (60):

- 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 (60):

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

- 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

Come già indicato, 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 7. 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.

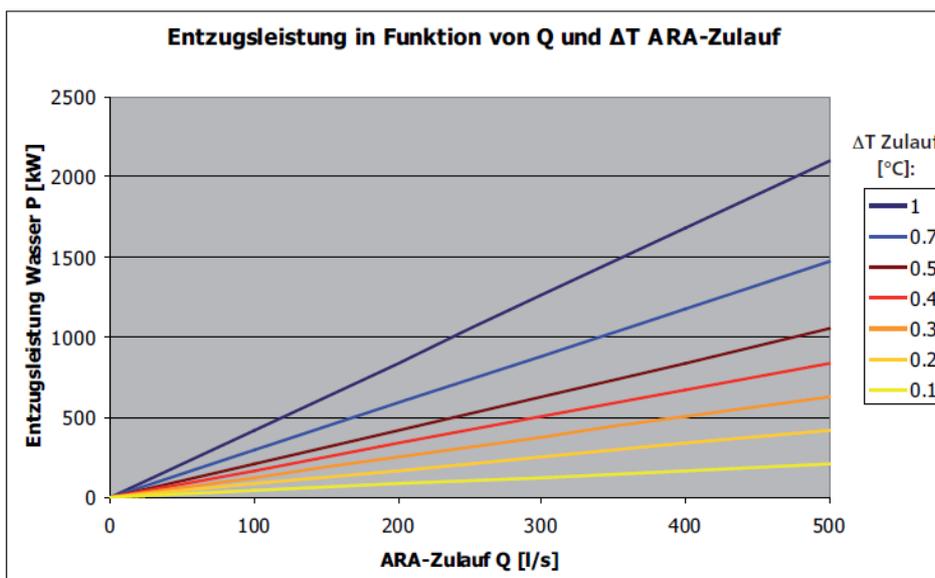


Grafico 7: Potenza prelevata in funzione del flusso in entrata all'IDA [Q] e della differenza di temperatura [ΔT] prima e dopo l'utilizzo del calore delle acque reflue.

Per valutare la possibilità di sfruttamento del calore residuo dalle acque reflue a Minusio sono state innanzitutto individuate le canalizzazioni con un diametro superiore agli 800 mm, facendo riferimento al “Piano generale delle canalizzazioni” (PGC) fornito dall’UTC. Le uniche canalizzazioni adatte sono risultate essere (cfr. Figura 14):

- il collettore cosiddetto “mediano” nel tratto di Via Ceresol, Via Motta e Via Simen (1’250 mm) fino al BCP Remardone (nel posteggio Elisarion) a confine con Muralto;
- la canalizzazione nell’ultimo tratto di Via Remorino, che prosegue in parte in Via S. Gottardo (diametro 800 mm).

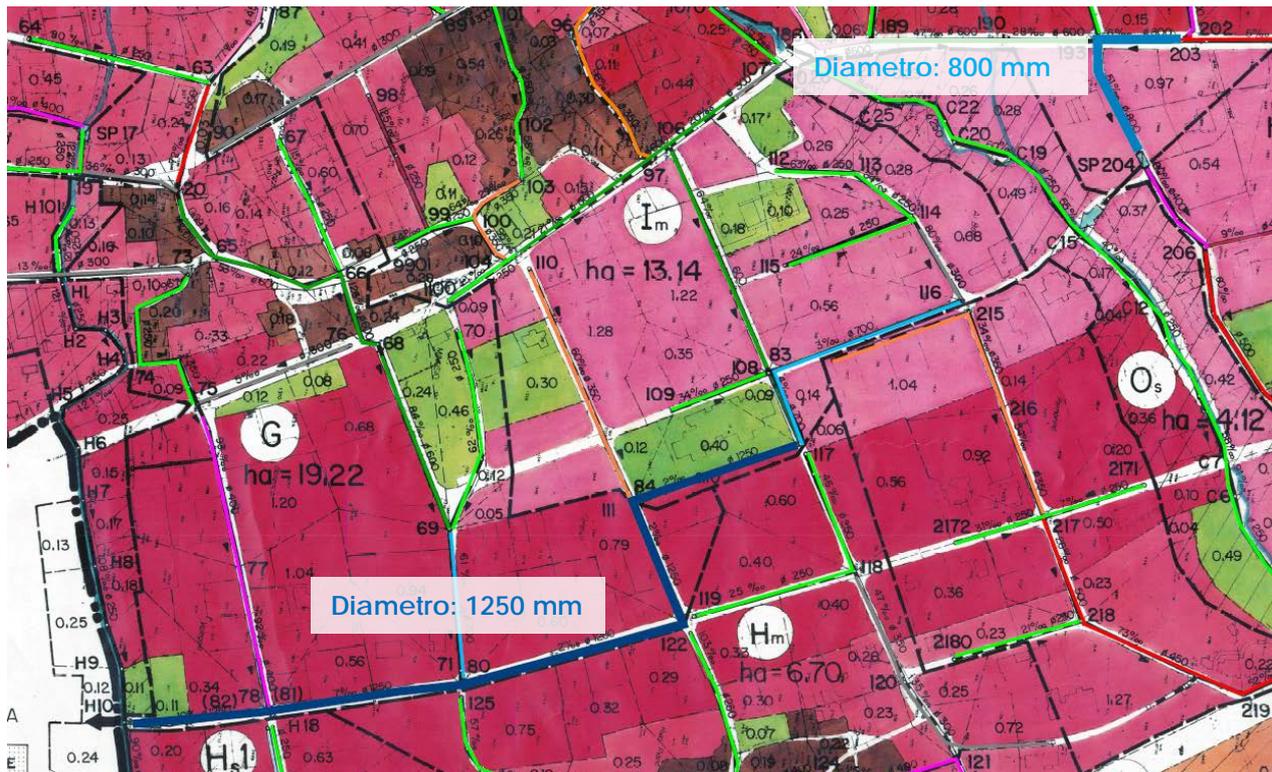


Figura 14: Estratto del Piano generale delle canalizzazioni (PGC) con indicati i tratti di canalizzazione con un diametro superiore a 800 mm.

I dati relativi agli abitanti equivalenti⁶³ sono solo parzialmente disponibili e si riferiscono al punto di uscita del collettore mediano verso l’IDA Foce Maggia: 5’810 AE. Tale valore si situa al limite inferiore del valore concernente il numero minimo ideale di abitanti del bacino di utenza (5’000-10’000). Il PGC indica che la maggior parte delle acque reflue vengono infatti convogliate nel collettore lungolago, che ha tuttavia un diametro inferiore agli 800 mm.

Ad oggi mancano inoltre i dati riferiti alle portate delle canalizzazioni (che dovrebbero essere di almeno 15 l/s), in fase di accertamento nell’ambito degli studi del PGS consortile attualmente in corso che dovrebbe concludersi durante il 2015⁶⁴. Al momento non è quindi possibile stimare il potenziale di sfruttamento del calore residuo dalle acque reflue nelle canalizzazioni. Solo quando

⁶³ L’abitante equivalente rappresenta l’unità di misura basilare per il dimensionamento e la scelta dell’idoneo sistema di depurazione delle acque reflue domestiche e/o assimilate. L’abitante equivalente è convenzionalmente definito come la quantità di carico inquinante biodegradabile prodotto ed immesso in fognatura da un abitante stabilmente residente nel centro urbano nell’arco della giornata. (Fonte: Wikipedia)

⁶⁴ Fonte: Direzione consorzio delle acque Verbano. E-mail dell’ 08.01.2014



tali dati saranno disponibili, si potrà valutare se approfondire con uno studio specifico la possibilità di sfruttare il calore residuo dalle acque reflue. In questo ambito si segnala inoltre che il tratto di collettore mediano caratterizzato da un diametro di 1'250 mm è localizzato nella "Zona I" identificata come idonea alla realizzazione di reti di teleriscaldamento (cfr. cap. 8.1).

9 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.

Il piano energetico comunale definisce degli obiettivi a medio e lungo termine e le rispettive misure per raggiungerli. Le misure proposte per gli scenari di miglioramento del potenziale sono state valutate con un metodo il più possibile oggettivo. Nei paragrafi successivi, quindi, saranno analizzati alcuni scenari di evoluzione dei consumi sia termici che elettrici e definiti alcuni indicatori di base che serviranno da supporto al Comune di Minusio per il monitoraggio dei cambiamenti a lungo termine.

9.1 Energia termica del parco edifici

9.1.1 Potenziale teorico

Il potenziale di efficienza dell'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®⁶⁵ attualmente in vigore (2013);
- lo standard Minergie-P® attualmente in vigore (2013).

Il potenziale di efficienza è dato dalla differenza tra il consumo stimato di energia termica del parco edifici esistente (cfr. Tabella 13) 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).

Gli indici energetici utilizzati per il calcolo si differenziano secondo la categoria di edificio e sono riportati in Tabella 56. Per quanto concerne gli standard Minergie® è disponibile l'indice energetico ponderato per ogni tipologia di stabile (61).

L'indice energetico per lo scenario RUn riferito agli edifici residenziali è invece estrapolato dal Piano Energetico Cantonale (Scheda 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

⁶⁵ Le esigenze sull'involucro dello standard Minergie® corrispondono a quelle dello standard Minergie-A®.

energetici Minergie® riferiti alle altre categorie di edificio e applicando proporzionalmente tale differenza all'indice RUE_n di 89 kWh/m² per le rispettive categorie di edificio.

Tabella 56: 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 RUE _n [kWh/m ²]	IE Minergie [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 57. 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 enorme: il risanamento globale del parco edifici secondo le disposizioni legislative attualmente in vigore (RUE_n) porterebbe a una riduzione pari a circa il 40%, riferita agli standard Minergie® e Minergie-P® tale riduzione potrebbe attestarsi addirittura al 60% rispettivamente all'80% circa.

Tabella 57: Potenziali di riduzione del fabbisogno di energia per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria del parco edifici esistente.

Indicatore	Attuale	RUE _n	Minergie®	Minergie-P®
Consumo [MWh/a]	93'128	56'930	38'373	19'211
Potenziale di risparmio [MWh/a]	-	36'198	54'755	73'917
Riduzione [%]	-	39%	59%	79%

Il potenziale di efficienza è stato rappresentato nel Grafico 8: sull'asse orizzontale è indicata la stima della superficie di riferimento energetico (A_E) di tutto il parco edifici suddivisa in funzione dell'epoca di costruzione. Sull'asse verticale è riportato l'indice energetico medio specifico 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 RUE_n, Minergie® o Minergie-P®.

Osservando il grafico risulta chiaro che il potenziale di efficienza maggiore risiede negli edifici realizzati prima del 1991.

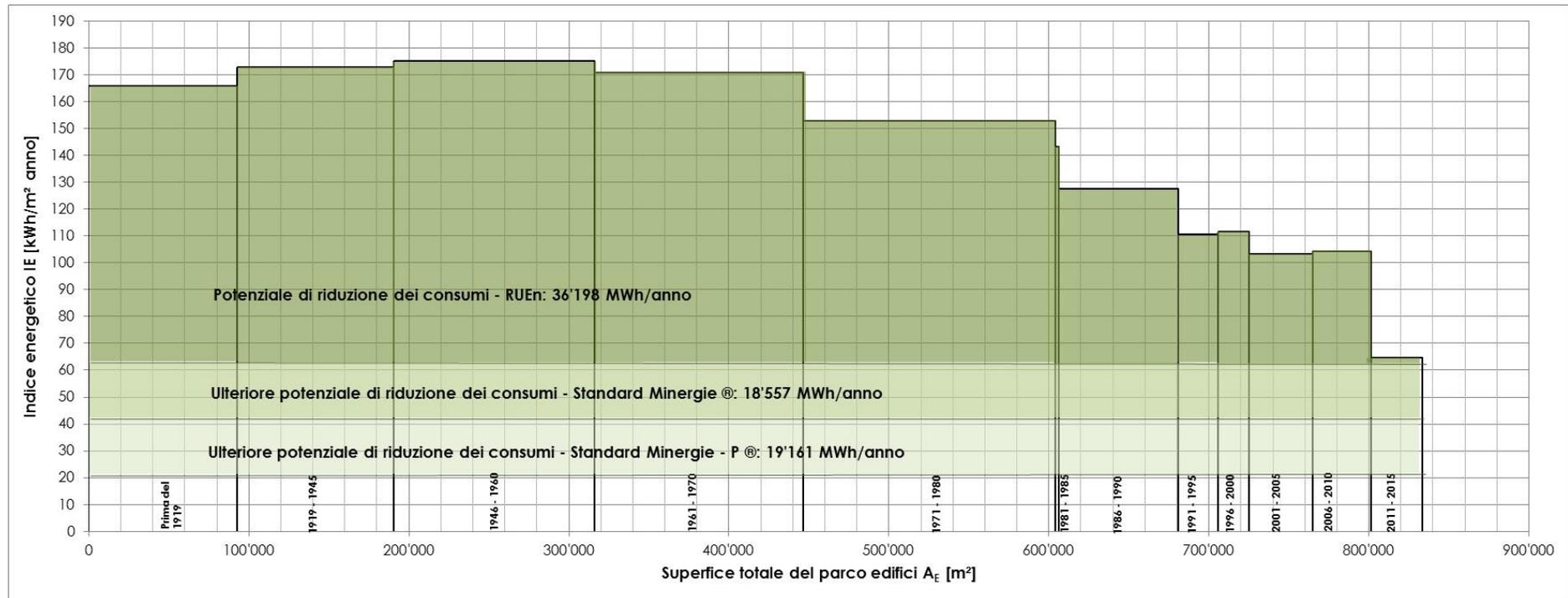


Grafico 8: Potenziale di riduzione dei consumi di energia termica del parco edifici esistente in caso di risanamento in base alle disposizioni del RUEn in vigore, dello standard Minergie® o dello standard Minergie-P®.

9.1.2 Potenziale fattibile

Pur trascurando gli aspetti socio-economici, pensare che tutti gli edifici esistenti vengano risanati secondo le disposizioni in vigore non è plausibile, questo in parte per dei vincoli paesaggistici (nuclei), in parte in considerazione di eventuali incompatibilità rispettivamente difficoltà a livello architettonico. Meno plausibile ancora è pensare che tutti gli edifici vengano risanati secondo uno degli standard Minergie® in vigore, in aggiunta alle difficoltà sopracitate si sommano qui la minore diffusione di tale standard, non obbligatorio per legge, e il maggiore investimento iniziale in termini finanziari.

A lungo termine (100 anni) è tuttavia plausibile che buona parte degli edifici esistenti localizzati all'esterno delle zone di nucleo possa essere risanato secondo le disposizioni del RUn e che una parte di esso 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 riportati nel capitolo precedente devono pertanto fungere unicamente da indirizzo e quale potenziale fattibile a lungo termine è considerato esclusivamente quello riferito allo scenario RUn e pari a **36'198 MWh/anno**.

9.1.3 Indicatori del potenziale di efficienza di energia termica

Allo scopo di monitorare, a lungo termine, l'evoluzione della riduzione del fabbisogno termico per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria a livello comunale, sono stati individuati gli indicatori riportati nella tabella successiva, che il comune di Minusio è invitato a raccogliere.

Tabella 58: Indicatori relativi al potenziale di riduzione del fabbisogno termico

Indicatore	Valore di rif. anno 2012	Fonte/Elaborazione
N° di abitanti al 31.12.2012	7'282	Controllo abitanti
Numero edifici risanati Minergie	1	Verifica annuale su www.minergie.ch
Superficie di riferimento energetico edifici risanati Minergie	196	Verifica annuale su www.minergie.ch
Numero edifici edificati ex novo Minergie	5	Verifica annuale su www.minergie.ch
Superficie di riferimento energetico edifici edificati ex novo Minergie	4'188	Verifica annuale su www.minergie.ch

In questo ambito, tenendo conto della complessità delle variabili da considerare legate all'evoluzione del parco edifici e precedentemente citate, non è stato possibile definire degli obiettivi quantitativi plausibili.

9.2 Energia elettrica per l’illuminazione stradale

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

- la sostituzione delle lampade ai vapori di mercurio con lampade ai vapori di sodio o con lampade a LED;
- il direzionamento 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 del regolamento europeo EG 245/2009, le autorità svizzere hanno imposto un rigoroso e progressivo divieto per i componenti di illuminazione stradale poco efficienti (cfr. Figura 15).

Prescrizioni: tabella di marcia				
	2012	2015	2017	Rilevanza
Lampadine ai vapori di mercurio 		Divieto		+++
Lampadine plug-in ai vapori di sodio (ibride) 		Divieto		+++
Ai vapori di sodio smerigliate 	Divieto per lampadine con meno di 80 lm/W			+
Ai vapori di sodio trasparenti 	Divieto per lampadine con meno di 90 lm/W			+
Ad alogenuri metallici smerigliate 	Divieto per lampadine con meno di 70 lm/W		75 lm/W	+
Ad alogenuri metallici trasparenti 	Divieto per lampadine 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 (62). Per semplicità, i dati nella tabella si riferiscono sempre a una lampadina da 70 Watt di potenza elettrica. I valori dipendono tuttavia dalla potenza elettrica della lampadina considerata.



In previsione dell'entrata in vigore di tali direttive, Minusio in collaborazione con la SES (Società Elettrica Sopracenerina), ha già allestito un piano di intervento corredato dal relativo preventivo per l'aggiornamento delle infrastrutture dell'illuminazione stradale.

La stima del potenziale di efficienza è stata realizzata prendendo in considerazione i dati forniti dalla SES (63) (64), che si riferiscono alla totalità dell'illuminazione pubblica comunale, escluse Via Albaredo, Via Riva e Via Simen. Per queste vie, interessate da un progetto a parte ad hoc, è invece stata presa in considerazione la documentazione fornita dal Municipio di Minusio (65) e si è adottata l'ipotesi di una sostituzione completa con lampade a LED (cfr. Tabella 59, scenario). Il consumo di elettricità è stato stimato considerando la potenza di tutte le lampade installate, per 4'000 ore di funzionamento all'anno⁶⁶, che includono una riduzione notturna parziale (63).

La riduzione dei consumi sarà quindi principalmente raggiunta attraverso la sostituzione di:

- tutte le lampade ai vapori di mercurio con lampade ai vapori di sodio, fluorescenti o a LED;
- lampade a luce miscelata con lampade fluorescenti o a LED.

In questo ambito la valutazione messa a disposizione dal comune di Minusio fornisce un indicatore di consumo pari a 16.5 MWh/km di strada illuminata (65). Con una differenza inferiore al 10%, questo indicatore comprova la bontà dell'approccio adottato per la stima del potenziale di efficienza dell'illuminazione stradale effettuata, dalla quale risulta un indice di consumo pari a 18.1 MWh/km (cfr. Tabella 59). Anche un confronto fra il dato di consumo dell'illuminazione stradale fornito dalla SES (460 MWh, cfr. Tabella 19) e quello risultante dalla stima (482 MWh, cfr. Tabella 59) conferma, con una discrepanza inferiore al 5%, la correttezza dell'analisi effettuata. In entrambi i casi gli indici di consumo annuo per km di strada illuminata si attestano a più del doppio del valore limite definito dalla S.A.F.E. e pari a 8 MWh/km⁶⁷, sottolineando un elevato potenziale di riduzione dei consumi.

Nelle colonne a sinistra della Tabella 59 sono indicate il numero, il tipo, la potenza totale e il consumo delle lampade installate prima della realizzazione di qualsiasi intervento (stato: 2012), nella parte centrale è stato calcolato il potenziale di riduzione dopo la realizzazione delle misure previste dal Comune di Minusio e già preventivate dalla SES a breve termine (64). Nella terza parte della tabella è invece riportato il potenziale di efficienza riferito allo scenario di sostituzione globale con i più efficienti modelli già adottati dalla SES nell'ambito della prima tappa di intervento. L'indice di consumo annuo per km di strada illuminata in caso di sostituzione globale è stimato a circa 9 MWh/a, per raggiungere l'obiettivo della S.A.F.E. la sola sostituzione delle lampade esistenti con i modelli più efficienti già previsti per la prima tappa non è pertanto sufficiente: il comune dovrebbe adottare sistemi di regolazione dell'illuminazione che prevedano ad esempio la riduzione notturna, l'impiego di sensori di movimento e simili o valutare prodotti ancora più efficienti.

Il potenziale di efficienza per l'illuminazione stradale fattibile a medio termine è stimato a circa **247 MWh/anno**.

⁶⁶ Ore considerate dalla SES per la fatturazione dei costi IP.

⁶⁷ Valido per comuni sotto i 10'000 abitanti.



Tabella 59: Potenziale di efficienza dell'energia elettrica per l'illuminazione stradale (Na=sodio, VM=vapori di mercurio, LM= luce miscelata).

Descrizione		Esistente Stato: 2012			Prima tappa di intervento SES (64)			Scenario sostituzione globale		
Tipo di Lampada	Potenza lampada [W]	N°	Potenza [kW]	Consumo [MWh]	N°	Potenza [kW]	Consumo [MWh]	N°	Potenza [kW]	Consumo [MWh]
LED	36	0	0	0	6	0.21	0.86	6	0.21	0.86
LED	13	0	0	0	20	0.26	1.04	20	0.26	1.04
SL (LED)	23	3	0.07	0.28	237	5.45	21.80	393	9.04	36.16
Na-T	70	72	5.04	20.16	70	4.90	19.60	70	4.90	19.60
Na-T	150	0	0	0	36	5.40	21.60	36	5.40	21.60
Na	50	0	0	0	180	9.00	36.00	316	15.80	63.20
Na	100	0	0	0	40	4.00	16.00	71	7.10	28.40
Na	220	46	10.12	40.48	20	4.40	17.60	20	4.40	17.60
Na	110	36	3.96	15.84	0	0	0	0	0	0
VM	250	71	17.75	71	31	7.75	31.00	0	0	0
VM	125	265	33.12	132.50	136	17.00	68.00	0	0	0
VM	80	137	10.96	43.84	52	4.16	16.64	0	0	0
VM	50	201	10.05	40.20	66	3.30	13.20	0	0	0
LM	160	91	14.56	58.24	38	6.08	24.32	0	0	0
VM (Via Riva)	50	112	5.60	22.40	112 ⁶⁸	4.03	16.13	112	4.03	16.13
VM (Via Albaredo)	80	19	1.52	6.08	19	1.52	6.08	19 ⁶⁹	0.437	1.748
Na (Via Albaredo)	70	2	0.14	0.56	2	0.14	0.56	2	0.14	0.56
Na (Via Simen)	110	70	7.70	30.80	70	7.00	28.00	70	7.00	28.00
Totale			120.59	482.38		84.61	338.44		58.72	234.90
Indice di consumo (su 26.6 km di strade illuminate) [MWh/km]				18.1			12.7			8.8

⁶⁸ Ipotesi: le 112 lampade ai vapori di mercurio (50 W) sono sostituite da 112 lampade a LED (36 W).

⁶⁹ Ipotesi: le 19 lampade ai vapori di mercurio (80 W) sono sostituite da 19 lampade a LED (23 W).

9.2.1 Indicatori del potenziale energia elettrica per l'illuminazione stradale

Allo scopo di monitorare, a lungo termine, l'evoluzione della riduzione del fabbisogno energia elettrica per l'illuminazione stradale a livello comunale, sono stati individuati gli indicatori riportati nella tabella successiva, che il comune di Minusio è invitato a raccogliere.

Tabella 60: Indicatori relativi al potenziale di riduzione del fabbisogno elettrico per l'illuminazione stradale

Indicatore	Valore di rif. anno 2012	Fonte/Elaborazione
Indice di consumo sul totale delle strade illuminate [MWh/km]	18.1	PECo Minusio

Tabella 61: Obiettivi relativi al potenziale di riduzione del fabbisogno elettrico per l'illuminazione stradale

Indicatore	Obiettivo	Fonte/Elaborazione
Indice di consumo sul totale delle strade illuminate [MWh/km]	8	Calcolo: consumo totale / 26.6 km di strada



9.3 Energia elettrica (riscaldamento e illuminazione stradale esclusi)

Per il calcolo del potenziale di efficienza riferito al consumo globale di energia elettrica sul territorio comunale di Minusio, esclusa quella utilizzata per il riscaldamento, il cui potenziale è già integrato nella valutazione del parco edifici (cfr. cap. 9.1), e quella per l’illuminazione stradale (cfr. cap. 9.2.1) 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 (66).

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. (66) riportate nella tabella sottostante, dove queste ultime, per chiarezza dei dati, sono assegnate alle rispettive categorie di utenza dell’elettricità riferite al comune di Minusio (cfr. Tabella 19).

Tabella 62: 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 Minusio.

Categoria di utilizzo S.A.F.E (66)	Categoria di utenza corrispondente riferita a Minusio e rispettivo consumo (rif. 2012)
Economie domestiche senza riscaldamento e acqua calda sanitaria	a) Economie domestiche (cfr. Tabella 16, 12'717 MWh).
Installazioni illuminazione per servizi, commercio, industria e strade	b) Illuminazione e apparecchi industria, commercio, artigianato, incl. grandi utenti, edifici e altre infrastrutture comunali e l'illuminazione stradale (cfr. Tabella 16 e Tabella 19 per l'illuminazione e le altre infrastrutture comunali, 14'638 MWh).
Apparecchi d'ufficio, tecniche d'informazione e comunicazione	
Applicazioni industriali e del commercio	c) Consumo di elettricità per le FFS (cfr. Tabella 19, 5'562 MWh).
Trasporti, trazioni (FFS ecc., escl. mobilità individuale)	
Mobilità individuale	d) Mobilità individuale (cfr. Tabella 19, 32 MWh).

Nella Tabella 63 sono riassunti i dati di consumo elettrico riferiti al territorio di Minusio (anno 2012), 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 22'816 MWh/a.



Tabella 63: Scenario dell'evoluzione dei consumi di elettricità sul territorio di Minusio, elettricità per il riscaldamento esclusa (66).

Categoria di utenza riferite a Minusio (cfr. Tabella 62)	Stato 2012 [MWh/a]	Fattore di crescita risp. 2012 [%]	Stato 2035 ⁷⁰ [MWh/a]	Fattore di diminuzione risp. 2010 [%]	Stato 2035 ⁷¹ [MWh/a]	Fattore di diminuzione risp. 2035 [%]	Stato 2050 [MWh/a]
a) Economie domestiche	12'717	17%	14'856	42%	8'553	14%	7'315
b) Illuminazione, apparecchi commercio, servizi, motori, infrastrutture pubbliche ⁷²	14'638	12%	16'434	34%	10'773	14%	9'253
c) Trasporti / trazioni (FFS)	5'562	35%	7'525	9%	6'871	10%	6'216
d) Mobilità elettrica individuale	32	3%	33	0%	33	6%	31
Totale	32'949	68%	38'848	86%	26'230	44%	22'816

⁷⁰ Questo dato include l'aumento dovuto a fattori socio-economici.

⁷¹ Questo dato include l'aumento dovuto a fattori socio-economici e la riduzione ottenibile grazie ai progressi della tecnica.

⁷² 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 62).



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 Minusio è tuttavia già stato stimato in modo più approfondito (cfr. cap. 9.2, 247 MWh/a). In considerazione di questo, il potenziale di efficienza elettrica riferito a Minusio, elettricità per il riscaldamento e l’illuminazione stradale esclusa, risulta quindi pari a:

$$PotenzialeEff_{el} = (32'949MWh - 22'816 MWh) - 247 MWh = 9'886MWh$$

Il potenziale di efficienza elettrica, esclusa l’elettricità per il riscaldamento e l’illuminazione pubblica, è quindi stimato a circa **9'900 MWh/anno**.

9.3.1 Indicatori del potenziale energia elettrica

Allo scopo di monitorare, a lungo termine, l’evoluzione della riduzione del fabbisogno energia elettrica a livello comunale, sono stati individuati gli indicatori riportati nella tabella successiva, che il comune di Minusio è invitato a raccogliere.

Tabella 64: Indicatori relativi al potenziale di riduzione del fabbisogno elettrico per il comune di Minusio, riscaldamento e illuminazione pubblica esclusi

Indicatore	Valore di rif. anno 2012	Fonte/Elaborazione
N° di abitanti al 31.12.2012	7'282	Controllo abitanti
Consumo elettrico riscaldamento e illuminazione esclusi	32'949 MWh	PECo
Indicatore kWh/abitante	4'525 kWh/abitante	Calcolo

Tabella 65: Obiettivi relativi al potenziale di riduzione del fabbisogno elettrico per il comune di Minusio, riscaldamento e illuminazione pubblica esclusi

Indicatore	Obiettivo 2050	Fonte/Elaborazione
Consumo elettrico riscaldamento e illuminazione esclusi	22'816 MWh	PECo
Indicatore kWh/abitante	3'133 kWh/abitante	Calcolo



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

Una panoramica dei potenziali valutati per il territorio di Minusio è disponibile nella Tabella 66. I dati indicano che sarebbe possibile coprire, in riferimento ai consumi stimati per il 2012 e attraverso la produzione di energia proveniente da fonti rinnovabili presenti a livello locale, il **70%** del consumo globale di calore a livello comunale (93'128 MWh/a, cfr. Tabella 13) e il **35%** del consumo globale di elettricità a livello comunale (41'551 MWh/a, cfr. cap. 4.3.1).

I potenziali di efficienza per il calore e l'elettricità si attestano invece, in riferimento ai consumi stimati per il 2012 e inclusi il maggiore consumo dovuto alla crescita demografica e i progressi della tecnica, al **39%** rispettivamente al **24%**.

Nella Tabella 67 è invece riportata l'evoluzione temporale dei medesimi potenziali (energie rinnovabili ed efficienza), in riferimento al percorso di riduzione a tappe del Comune verso la Società a 2000 Watt (cfr. cap. 5). Di seguito alcune considerazioni in merito ai risultati:

- **Consumo di calore per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria.** Un risanamento globale del parco edifici esistente secondo le disposizioni RUn non sarebbe sufficiente per raggiungere l'obiettivo della Società a 2000 Watt al 2050, tale obiettivo sarebbe invece raggiunto con un ammodernamento totale secondo lo standard Minergie®.
- **Consumo di elettricità finale a livello comunale.** I dati indicano che le sole misure tecniche non sarebbero sufficienti 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 e di quello di efficienza permetterebbe di raggiungere una quota di copertura superiore (121%) rispetto all'obiettivo al 2050 della Società a 2000 Watt (80%).
- **Quota di elettricità proveniente da fonti rinnovabili.** Il mantenimento del mix di consumo (etichettatura dell'elettricità) valido per il 2012 e lo sfruttamento del potenziale di produzione di elettricità da fonti rinnovabili presenti sul territorio comunale e di quello di efficienza permetterebbe di raggiungere una quota di copertura superiore (92%) all'obiettivo al 2050 della Società a 2000 Watt (80%).

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 (15). 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.



Tabella 66: Panoramica dei potenziali di produzione dalle energie rinnovabili e dal calore residuo e potenziali di efficienza a livello comunale.

Poterziali di produzione da energie rinnovabili							
Vettore energetico	Potenziale disp. produzione calore [MWh/a]	Potenziale sfruttato prod. di calore [MWh/a]	Copertura fabb. di calore a livello comunale [%]	Potenziale disp. produzione elettricità [MWh/a]	Potenziale sfruttato prod. elettricità [MWh/a]	Copertura fabb. di elettricità a livello comunale [%]	Maggiore consumo elettrico per PDC [MWh]
Sole	7'100	629	8%	12'000	130 ⁷³	29%	-
Vento	-	-	-	0	0	0%	-
Legno	763	887	2%	0	0	0%	-
Calore ambientale:							
Falda e lago	10'600	5'092	13%	-	-	-	3'500
Sottosuolo	30'300		33%	-	-	-	11'600
Aria	13'500		14%	-	-	-	5'100
Acqua:							
Riali (Navegna)	-	-	-	2'000	0	5%	-
Acqua potabile	-	-	-	430	44	1%	-
Rifiuti e scarti veg.:							
RSU	0	0	0%	0	0	0%	-
Scarti vegetali	0	0	0%	0	0	0%	-
Calore residuo:							
IDA	0	0	0%	0	0	0%	-
Canalizzazioni	?	0	?	0	0	0%	-
Mappo Morettina	0	33	0%	0	0	0%	-
Totale	62'263	6'641	70%	14'430	174	35%	20'200
Poterziali di efficienza							
Calore				Elettricità ⁷⁴			
36'198 MWh/a				10'147 MWh/a			
39%				24%			

⁷³ Stima: 117.9 kWp (cfr. Tabella 35) per 1'100 kWh/kWp.

⁷⁴ Include il maggiore consumo dovuto a fattori socio-economici, esclude quello per il riscaldamento (PDC).



Tabella 67: Confronto dei potenziali definiti per Minusio con gli obiettivi del percorso di riduzione a tappe riferito alla Società a 2000 Watt per l'intero comune (cfr. cap. 5).

Efficienza energetica	Oggi	2020	2035	2050	Potenziali Minusio rif. al percorso 2000 Watt	Osservazioni
Riscaldamento e acqua calda sanitaria Evoluzione CH	100%	80%	65%	50%	61%	Risanamento globale in base a Minergie: riduzione di 54'755 MWh/a e raggiungimento dell'obiettivo al 2050 (riduzione - 59%, 38'373 MWh/a).
Riscaldamento e acqua calda sanitaria Evoluzione comune [MWh]	93'128	74'502	60'533	46'564	56'930 ⁷⁵	
Consumo di energia elettrica finale Evoluzione CH [MWh]	100%	110%	110%	100%	124%	Per il raggiungimento dell'obiettivo al 2050 le sole misure tecniche non sono sufficienti: comunicazione e sensibilizzazione!
Consumo di energia elettrica finale Evoluzione comune [MWh]	41'551	45'706	45'706	41'551	51'604 ⁷⁶	
Energie rinnovabili, calore residuo	Oggi	2020	2035	2050	Potenziali Minusio rif. al percorso comunale	Osservazioni
Quota rinnovabile per riscaldamento e acqua calda sanitaria - CH	10%	40%	65%	80%	121%	Definizione in base alla variazione del consumo di energia finale al 2050 (fabbisogno pari a 56'930 MWh/a).
Quantità rinnovabile per riscaldamento e acqua calda sanitaria - Evoluzione comune [MWh]	6'641	29'801	39'347	37'251	68'904	
Quota rinnovabile elettricità Evoluzione CH	78%	80%	80%	80%	92%	Definizione in base alla variazione del consumo di energia elettrica finale al 2050 (fabbisogno pari a 51'604 MWh/a). Premessa: l'etichettatura dell'elettricità resta costante e la produzione è consumata in loco.
Quantità rinnovabile elettricità Evoluzione comune [MWh]	32'856 ⁷⁷	36'565	36'565	33'241	47'460	

⁷⁵ Consumo al 2012 sottratto il potenziale di efficienza riferito a un risanamento globale del parco edifici in base alle odierne disposizioni RUEn.

⁷⁶ Consumo al 2012 sottratto il potenziale di efficienza e aggiunto il maggiore consumo per l'elettricità (cfr. Tabella 66).

⁷⁷ Riferito al consumo totale di elettricità, mobilità inclusa (41'551 MWh/a, cfr. cap. 4.3.1).



11 Tavole

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

- I. Vettori energetici
- II. Impianti a combustione
- III. Potenziale calore ambientale dalle acque di falda
- IV. Potenziale calore ambientale dal lago
- V. Potenziale calore ambientale dal sottosuolo
- VI. Potenziale reti di teleriscaldamento
- VII. Zone idonee alla realizzazione di reti di teleriscaldamento
- VIII. Rete del gas Metanord

Comune di Minusio

Piano energetico comunale

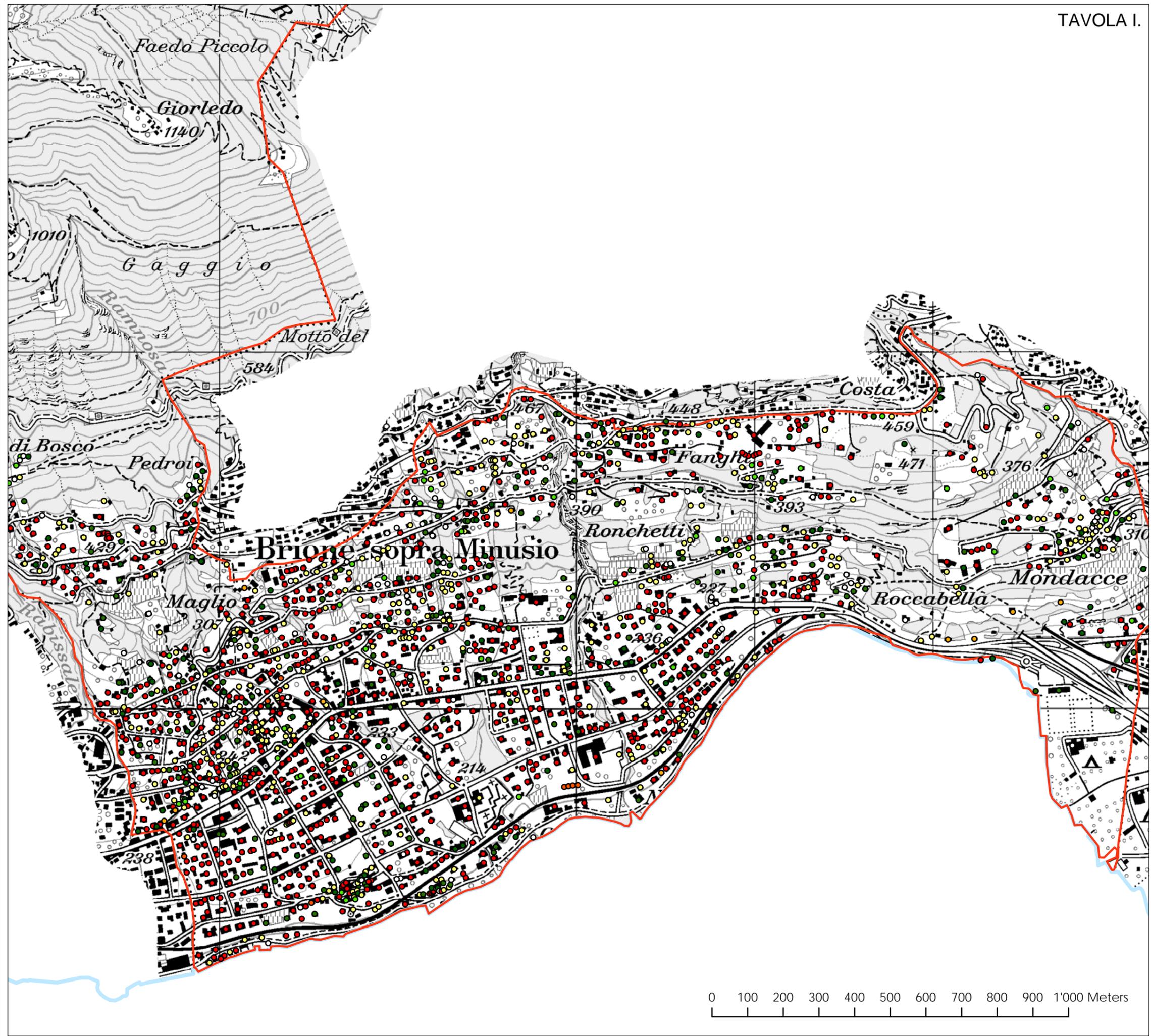
Vettori energetici

Data: Dicembre 2013
Scala 1:10'000
Dim.: ISO A3

enermi Sagl, www.enermi.ch

Legenda

- Altre fonti
- Elettricità
- GPL
- Gas
- Legna
- Nessun dato disponibile
- Olio
- Pompa di calore
- Confini comunali



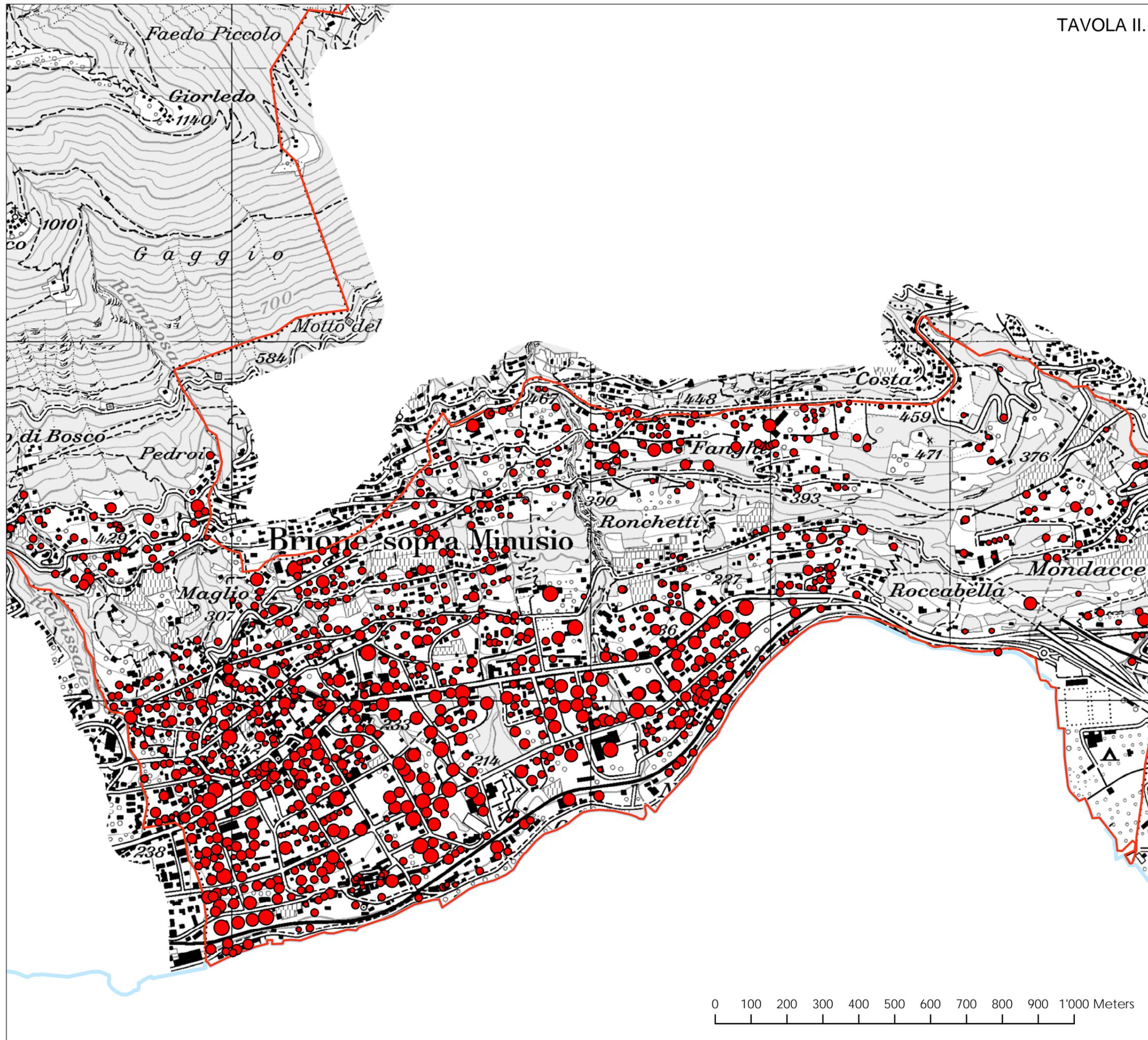
Comune di Minusio

Piano energetico comunale

Impianti
a combustione

Data: Dicembre 2013
Scala 1:10'000
Dim.: ISO A3

enermi Sagl, www.enermi.ch



Comune di Minusio

Piano energetico comunale

Potenziale calore ambientale dalle acque di falda

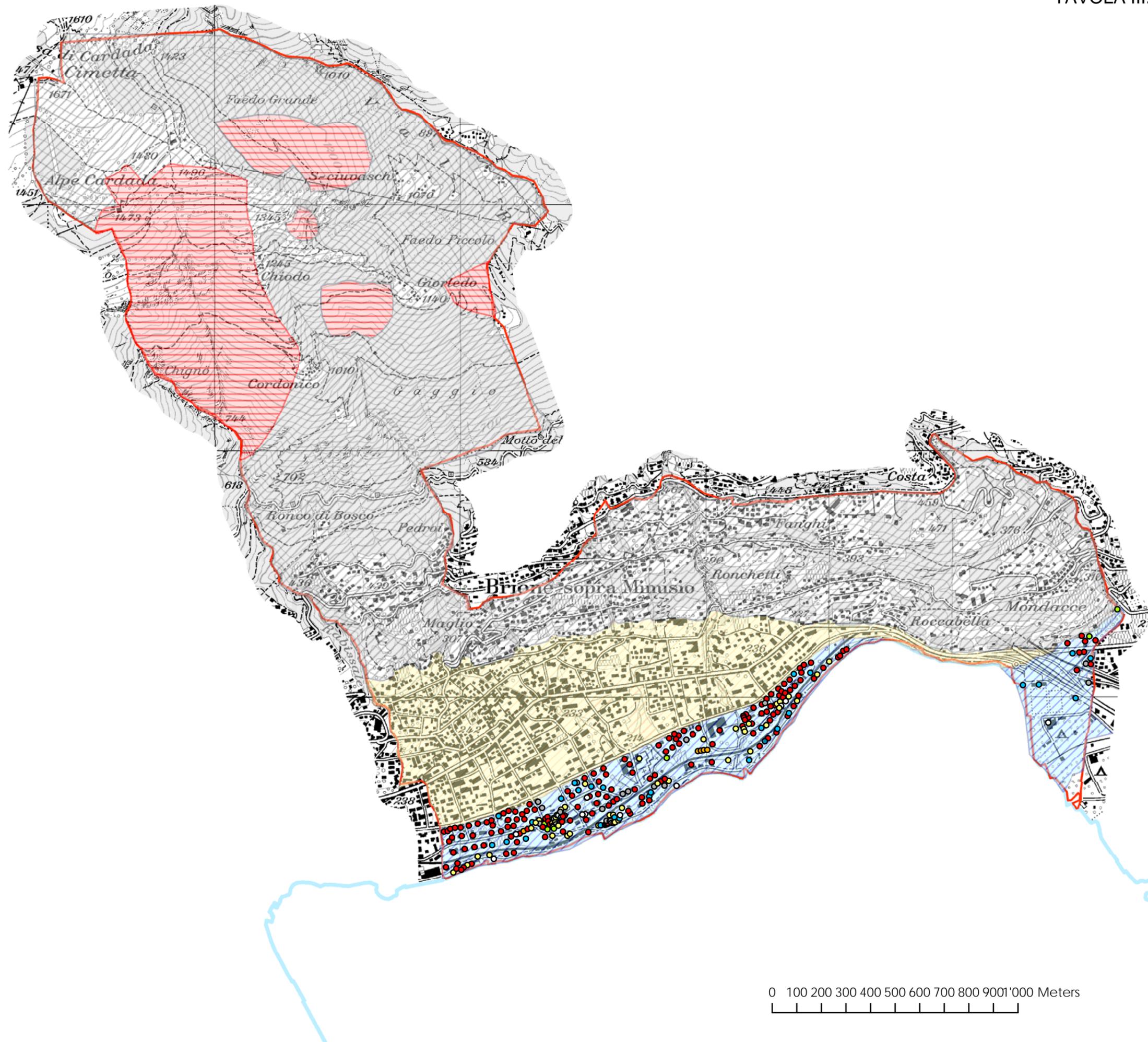
Data: Dicembre 2013
 Scala 1:15'000
 Dim.: ISO A3

enermi Sagl, www.enermi.ch

Legenda

-  Favorevole - Acquiferi produttivi
-  Nullo - Rilievi rocciosi
-  Sfavorevole - Zone marginali
-  Vietato - Zone di protezione

-  Altre fonti
-  Elettricità
-  GPL
-  Gas
-  Legna
-  Nessun dato disponibile
-  Olio
-  Pompa di calore
-  Confini comunali



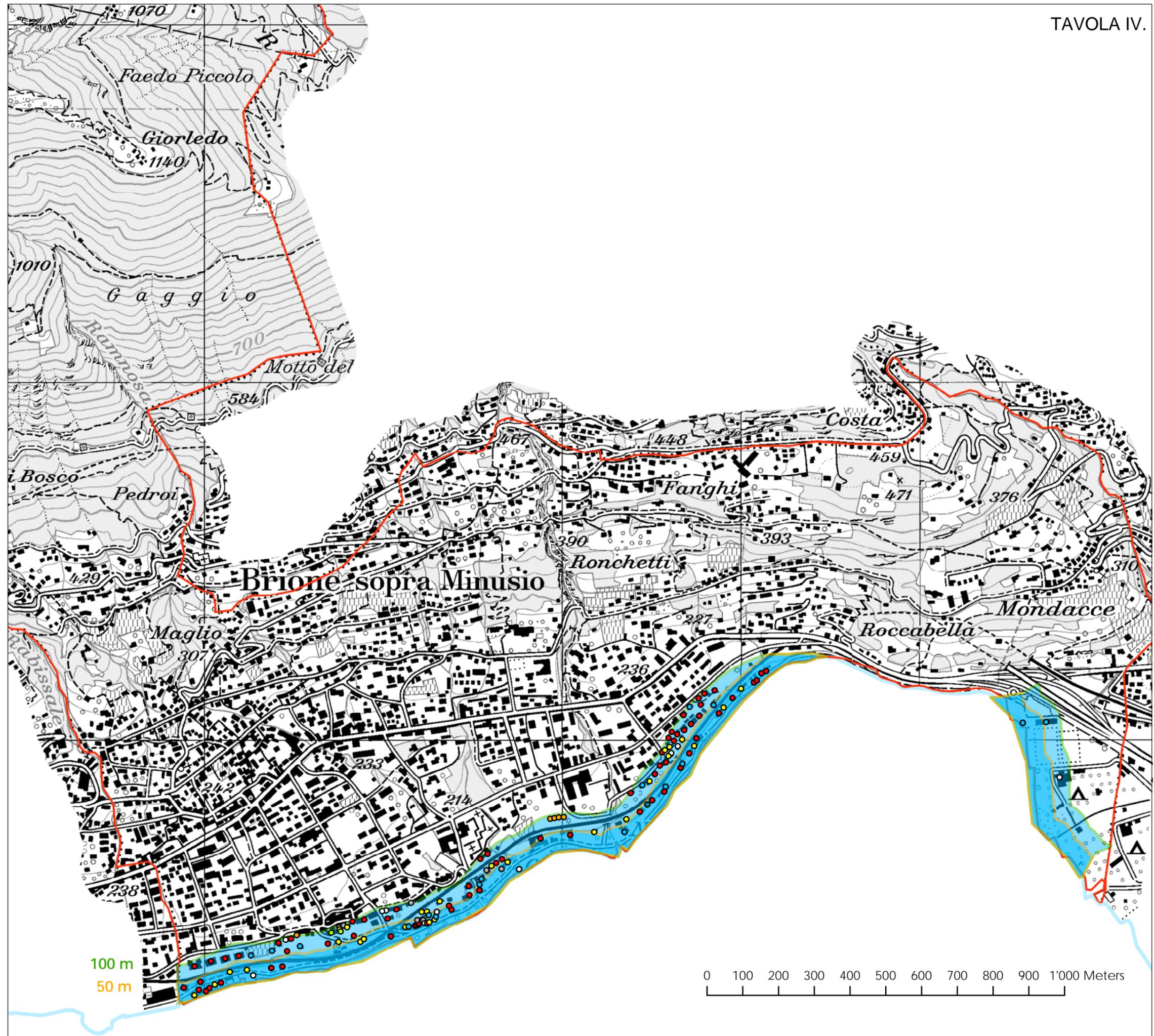
Potenziale calore ambientale dal lago

Data: Gennaio 2014
Scala 1:10'000
Dim.: ISO A3

enermi Sagl, www.enermi.ch

Legenda

- Altre fonti
 - Elettricità
 - GPL
 - Gas
 - Legna
 - Nessun dato disponibile
 - Olio
 - Pompa di calore
- Zona 50-100 [m]
■ Zona 50 [m]
— Confini comunali



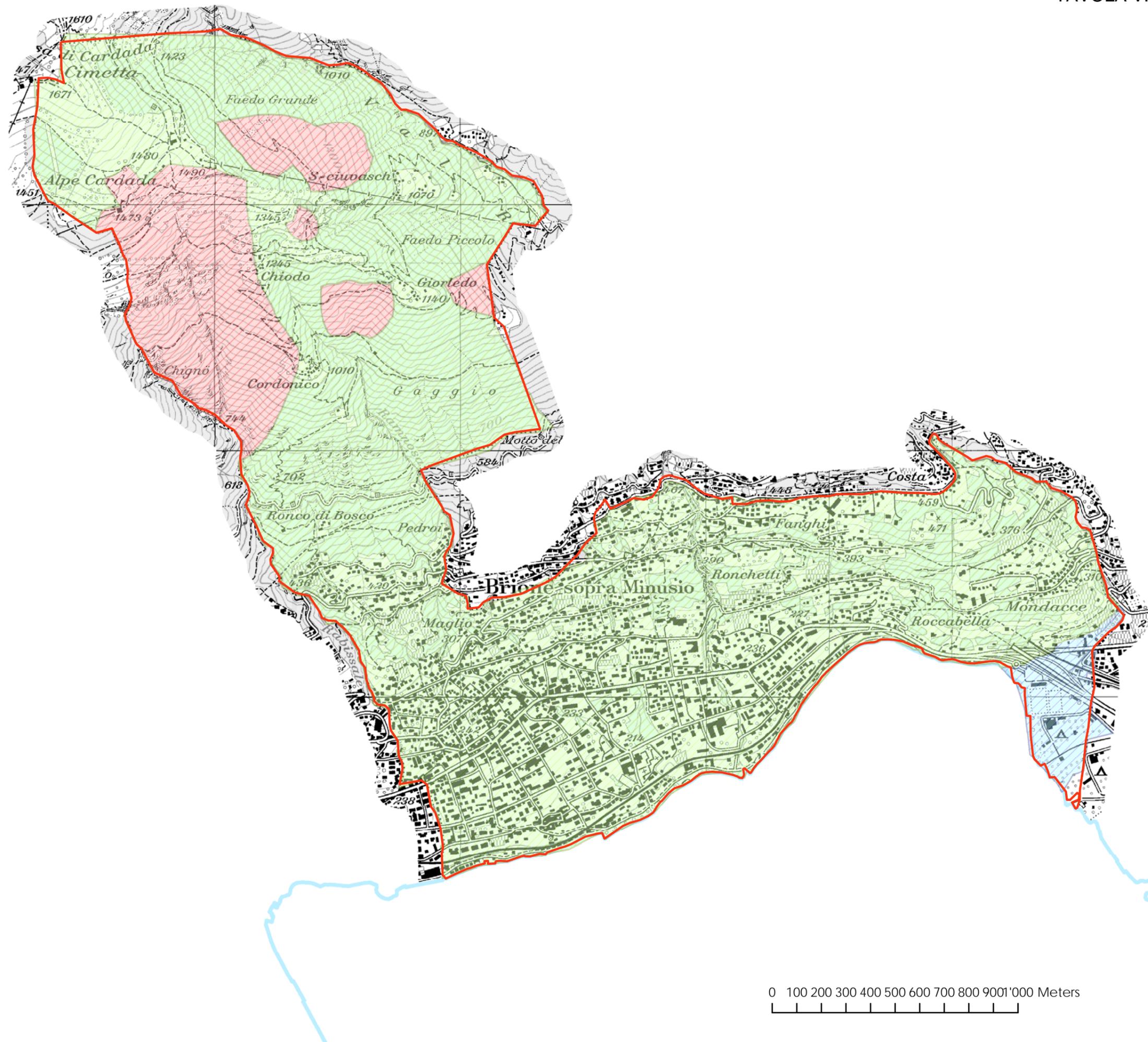
Comune di Minusio

Piano energetico comunale

Potenziale calore ambientale dal sottosuolo

Data: Dicembre 2013
Scala 1:15'000
Dim.: ISO A3

enermi Sagl, www.enermi.ch



Legenda

-  Amnesso - Zona di protezione Au
-  Favorevole
-  Vietato - Zone di protezione
-  Confini comunali

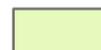
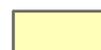
0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 Meters

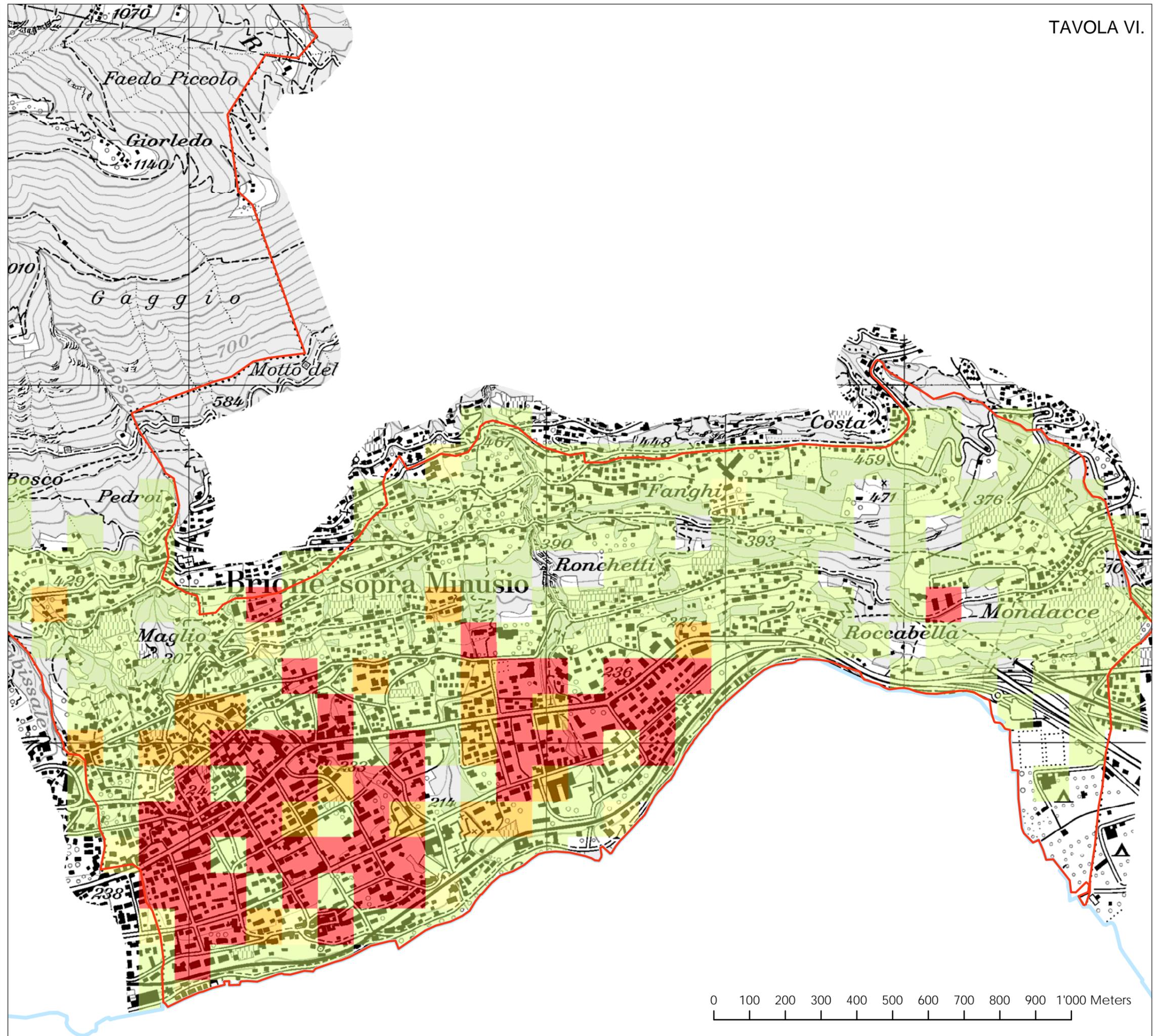
Potenziale reti di teleriscaldamento

Data: Dicembre 2013
Scala 1:10'000
Dim.: ISO A3

enermi Sagl, www.enermi.ch

Legenda

-  5 - 350 MWh/ha
-  350 - 400 MWh/ha
-  400 - 500 MWh/ha
-  500 - 1'391 MWh/ha
-  Confini comunali



Comune di Minusio

Piano energetico comunale

Zone idonee alla
realizzazione di reti
di teleriscaldamento

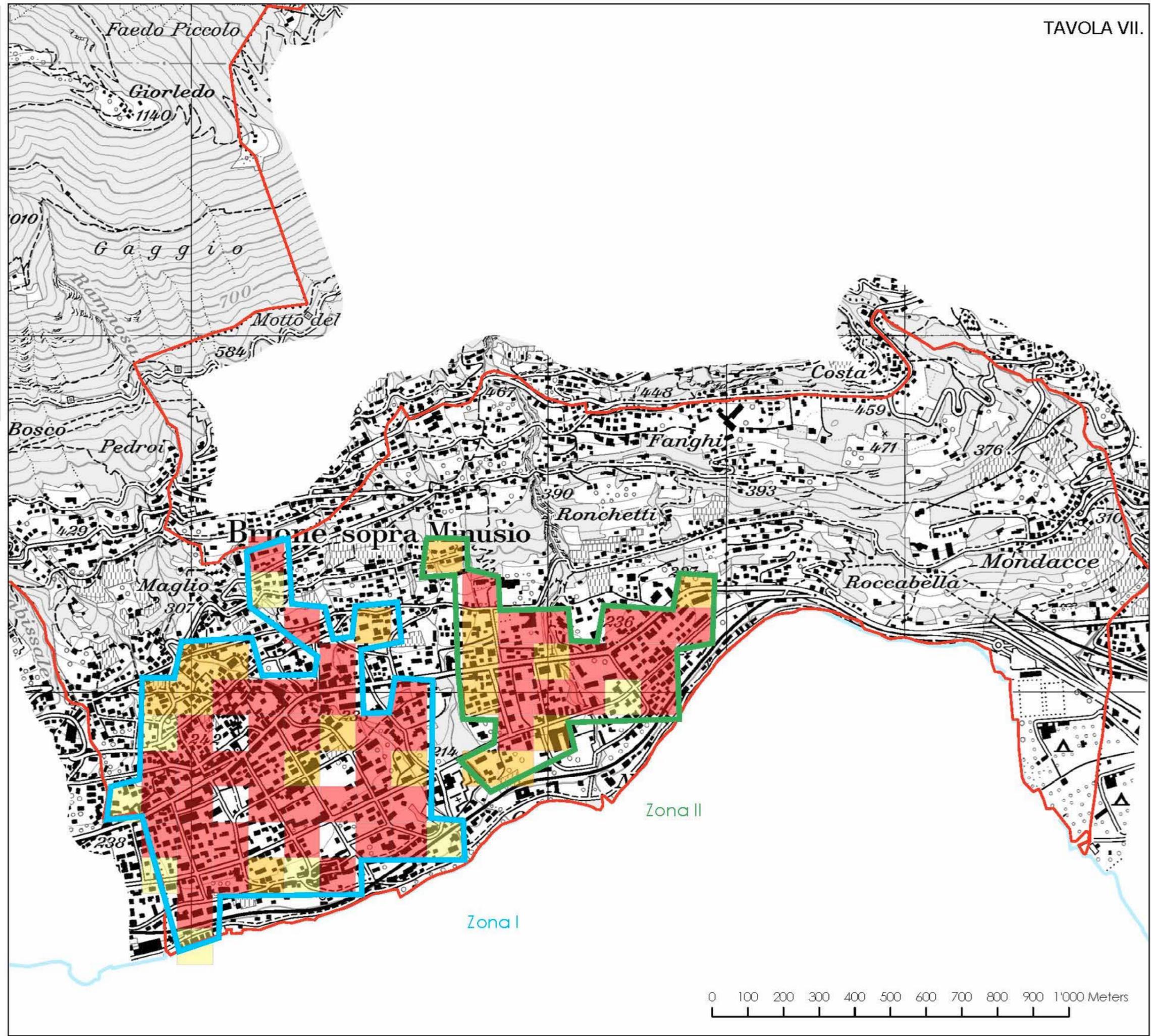
Data: Dicembre 2013
Scala 1:10'000
Dim.: ISO A3

enermi Sagl, www.enermi.ch

TAVOLA VII.

Legenda

-  350 - 400 MWh/ha
-  400 - 500 MWh/ha
-  501 - 1'391 MWh/ha
-  Confini comunali



Comune di Minusio

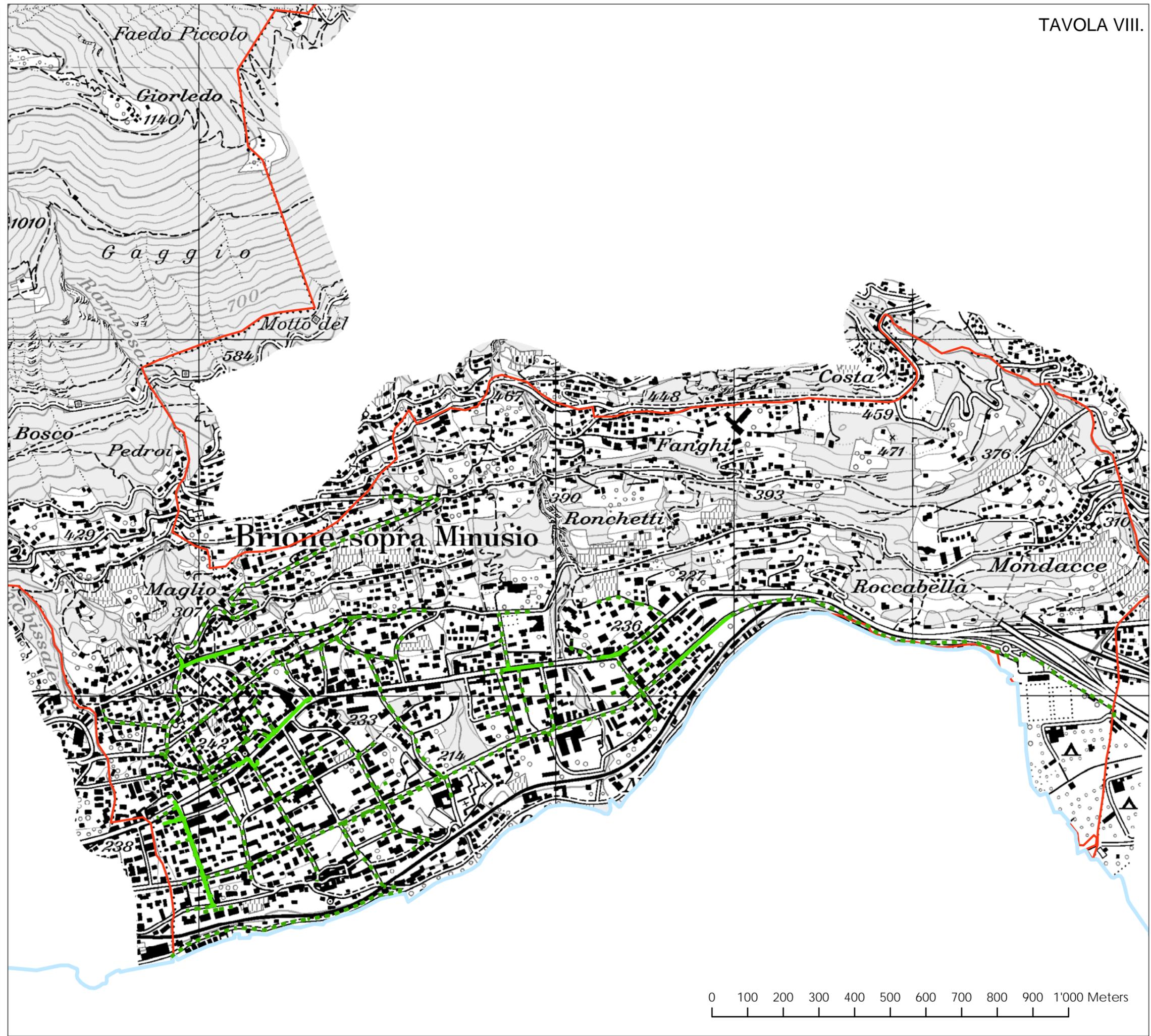
Piano energetico comunale

Rete del gas
Metanord

Data: Gennaio 2014
Scala 1:10'000
Dim.: ISO A3

enermi Sagl, www.enermi.ch

TAVOLA VIII.



Legenda

- Rete realizzata
- - - Rete progettata
- Confini comunali

0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1'000 Meters



12 Allegato: Potenziale di produzione di energia dal bosco

SUPSI

Istituto sostenibilità applicata all'ambiente costruito

Campus Trevano, CH-6952 Canobbio
T +41 (0)58 666 63 51, F +41 (0)58 666 63 49

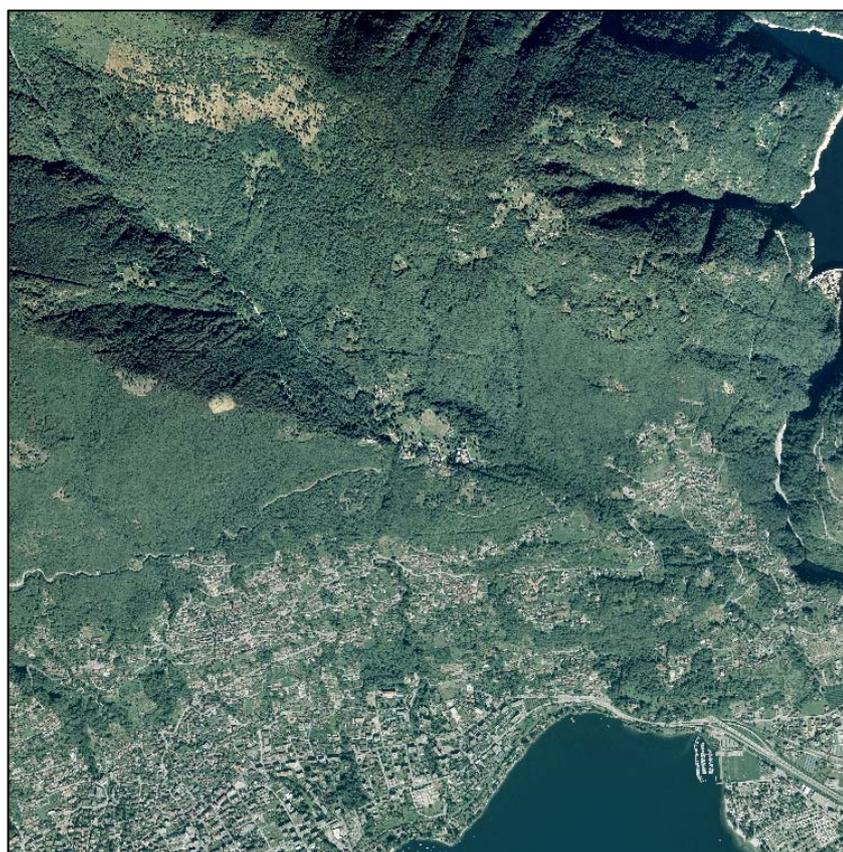
isaac@supsi.ch, www.supsi.ch/isaac
N. IVA CHE-108.955.570

OGGETTO

Potenziale di produzione di energia dal
bosco – comune di Minusio

TITOLO

Modello di stima



COMMITTENTE

enermi Sagl

ESTENSORI DEL
RAPPORTO

Luca Pampuri

LUOGO E DATA

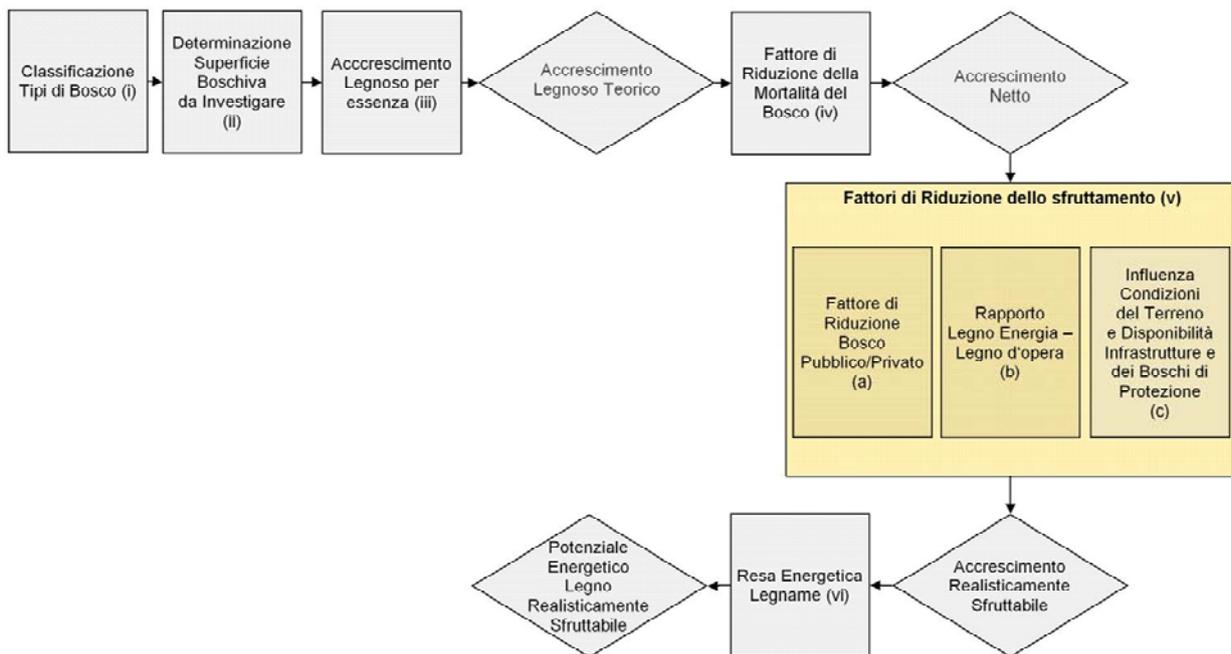
Trevano, 14.10.2013

Indice

1. Introduzione	3
2. Classificazione dei Tipi di Bosco (i)	4
3. Determinazione della superficie boschiva da investigare (ii)	7
4. Calcolo dell'accrescimento legnoso per essenza (iii)	8
5. Fattore di riduzione della mortalità del bosco (iv)	10
6. Fattori di riduzione dello sfruttamento (v)	11
6.1 Fattore di Riduzione Bosco Pubblico-Privato.....	11
6.2 Rapporto Legno energia-Legno d'opera	13
6.3 Influenza delle condizioni del terreno, della disponibilità di infrastrutture e dei boschi di protezione	13
7. Resa energetica del legname(vi)	18

1. Introduzione

In un cantone in cui le superfici boschive coprono circa il 50% della superficie cantonale si può facilmente intuire l'importanza del potenziale della biomassa presente sul territorio. Questo potenziale può tuttavia variare considerevolmente a dipendenza del territorio investigato. Parametri come la pendenza del bosco o l'essenza del bosco presente possono infatti influenzare in modo considerevole il potenziale effettivamente disponibile. Tenendo conto di questi fattori, l'approccio proposto consente di individuare un valore realistico del potenziale energetico legato allo sfruttamento del bosco.



L'intera procedura può essere riassunta nella seguente formula:

$$\begin{aligned}
 \text{Potenziale Energetico Legname Netto} = & \\
 & \sum_i [\text{Superficie essenza}_i * (\text{Accrescimento essenza}_i - \text{Mortalità essenza}_i) * \\
 & \text{Percentuale Bosco Pubblico/Privato} * \text{Percentuale Legno Energia} * \\
 & \text{Influenza Condizioni Terreno e Boschi di Protezione}] * \text{Resa Energetica}_i
 \end{aligned}$$

2. Classificazione dei Tipi di Bosco (i)

La classificazione effettuata qui di seguito è stata basata sulla cartografia GIS della vegetazione arborea [fonte: Piano Forestale Cantonale, 2007], pubblicata dal Dipartimento del territorio – Sezione forestale del Canton Ticino (cfr. Figura 2). La cartografia cantonale permette per ogni punto del bosco cantonale di definire a che essenza esso appartiene; è inoltre possibile associare ogni essenza alle categorie “conifera” e “latifoglie”, come mostrato in Tabella 1 e in Figura 3.

Tabella 1 Classificazione delle essenze del bosco, secondo quanto definito dalla cartografia GIS della vegetazione arborea elaborata a livello cantonale.

Classificazione secondo la carta della vegetazione arborea	Conifere/Latifoglie	Superficie Boschiva [m²]	Superficie Boschiva [ha]	Percentuale superficie boschiva
Abete bianco	Conifere	168'278'750	16'827.88	14.60%
Abete rosso	Conifere	146'329'375	14'632.94	12.70%
Boschi misti – Latifoglie	Latifoglie	257'165'625	25'716.56	22.32%
Bosco golenale	Latifoglie	43'643'750	4'364.375	3.79%
Bosco pioniere	Latifoglie	105'886'875	10'588.69	9.19%
Carpinello (Carpino nero)	Latifoglie	20'742'500	2'074.25	1.80%
Castagno	Latifoglie	16'957'500	1'695.75	1.47%
Faggeta	Latifoglie	171'567'500	17'156.75	14.89%
Larice	Conifere	10'141'250	1'014.125	0.88%
Piantagioni	Bosco misto (latifoglie/conifere)	52'412'500	5'241.25	4.55%
Pinete	Conifere	28'438'750	2'843.875	2.47%
Rovere	Latifoglie	130'686'250	13'068.63	11.34%
Totale Cantone Ticino	---	1'152'250'625	115'225.08	100.00%

Il totale dei boschi sul territorio cantonale ammonta dunque a circa 115'000 ettari. Si segnala che l'inventario forestale nazionale pubblicato dal WSL stima una superficie totale di 122'100 ha di bosco [terzo inventario forestale NFI3, 2004-2006, www.lfi.ch]. Per la determinazione di questo valore il WSL non utilizza la stessa metodologia utilizzata dal Cantone. L'allocazione delle diverse categorie di boschi alle categorie generalizzate (conifere/latifoglie) non è agevolato dalla presenza di categorie ambigue (Bosco golenale, bosco pioniere, piantagioni), che rappresentano una parte considerevole della superficie forestale ticinese (18%). Per questa ragione è stata creata la categoria “Bosco misto” che copre circa il 4% della superficie boschiva ticinese. La stessa statistica fornitaci dal WSL segnala che nel Canton Ticino circa il 35% dei boschi sono composti da conifere ed il 61% da latifoglie. Ciò rispecchia a grandi linee quanto calcolato a partire dai dati cantonali (cfr. anche Tabella 2) e consente di considerare corretto il raggruppamento (conifere/latifoglie) qui proposto.

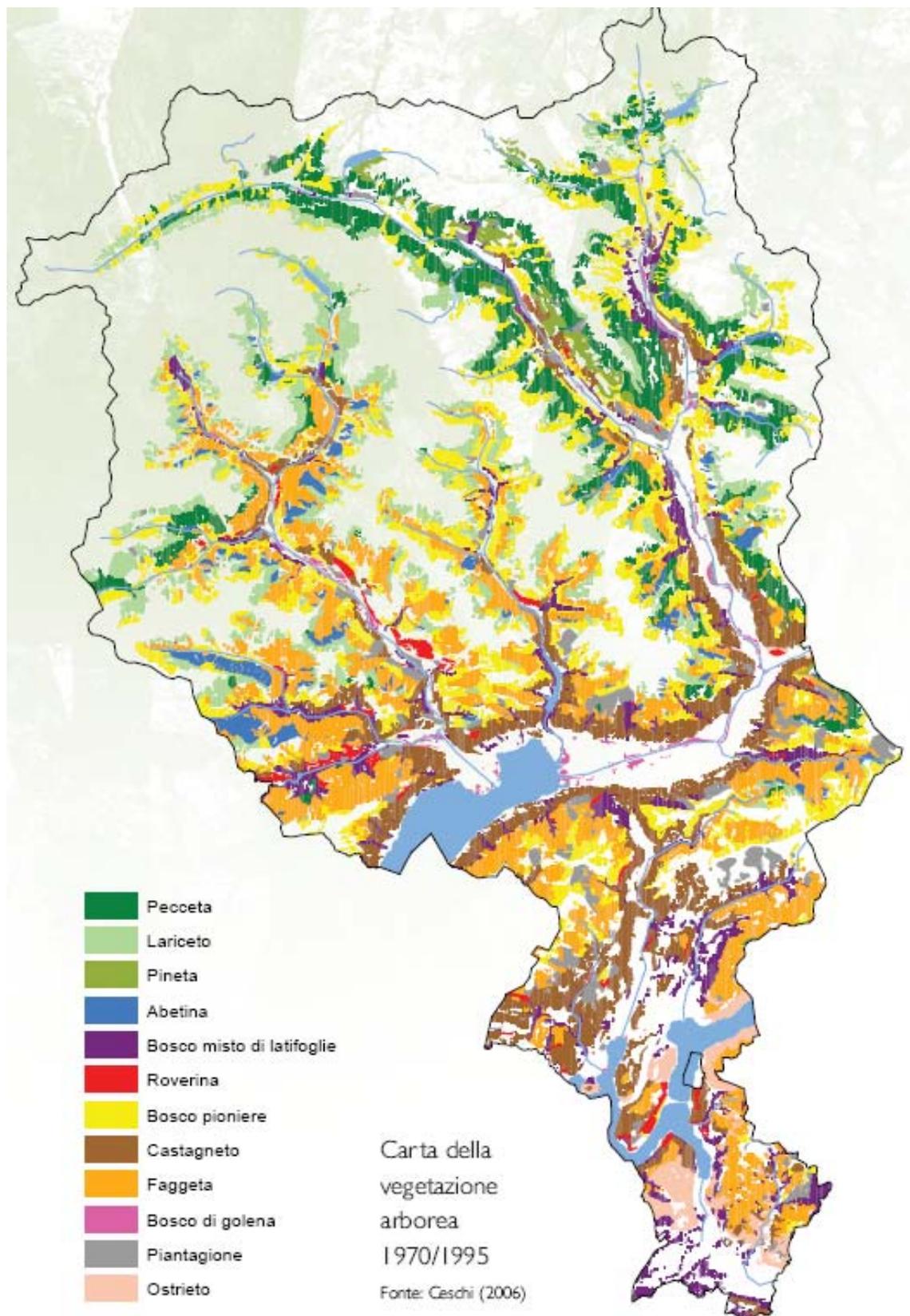


Figura 2 La carta della vegetazione arborea del Cantone Ticino [fonte: Piano forestale cantonale].

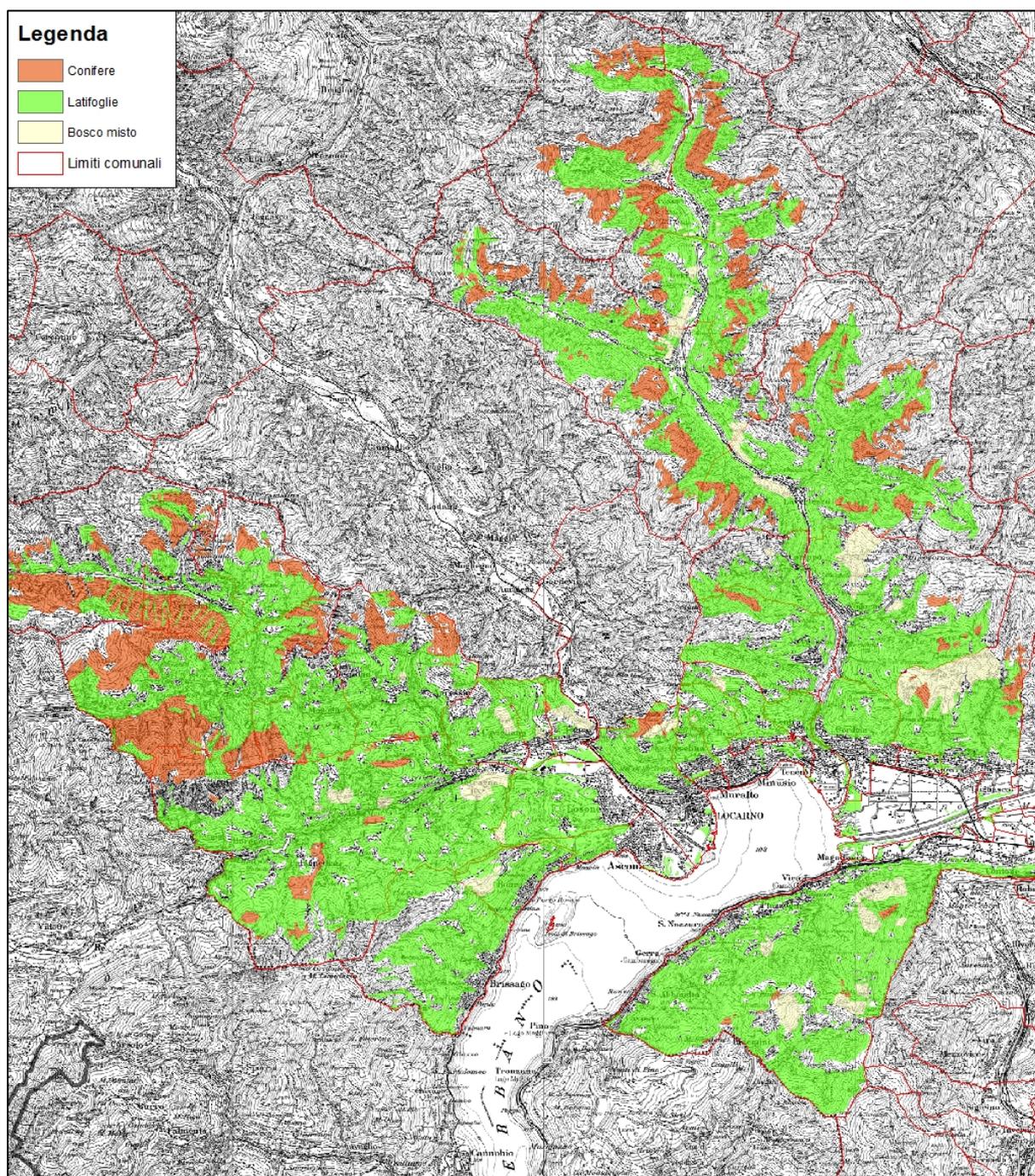


Figura 3 Classificazione del bosco della Regione Locarnese nelle categorie “conifere”, “latifoglie” e “bosco misto” [elaborazioni ISAAC basate sulla Carta della vegetazione arborea del Cantone Ticino].

3. Determinazione della superficie boschiva da investigare (ii)

Per il calcolo del potenziale energetico occorre definire gli ambiti spaziali ai quali è ragionevole ipotizzare che Minusio si rifornisca per l'approvvigionamento di legname. A questo scopo, si sono ritenuti d'interesse i seguenti ambiti spaziali:

- la regione Locarnese (visione di ampio respiro della filiera bosco-legno-energia);
- la regione relativa al comune di Minusio e ai comuni confinanti (Brione s/Minusio, Muralto, Tenero-Contra e Orselina);
- il solo comune di Minusio.

Quale termine di riferimento, utile per verificare l'attendibilità delle stime ottenute dal modello qui proposto a confronto con quelle fornite dal PEC e dal WSL, è stato considerato anche l'intero territorio cantonale.

Tabella 2 Determinazione della superficie boschiva, per categoria di essenza (conifere/latifoglie/bosco misto).

Tipo di Bosco	Superficie Boschiva [m ²]	Superficie Boschiva [ha]	Percentuale superficie boschiva
Canton Ticino			
Conifere	375'209'375	37'520	29.81%
Latifoglie	831'221'250	83'122	66.03%
Bosco misto	52'412'500	5'241	4.16%
Totale	1'258'843'125	125'884	100%
Locarnese			
Conifere	54'154'375	5'415	17.53%
Latifoglie	241'575'000	24'158	78.19%
Bosco misto	13'231'250	1'323	4.28%
Totale	308'960'625	30'896	100%
Minusio e confinanti			
Conifere	1'250	0	0.02%
Latifoglie	7'842'500	784	96.69%
Bosco misto	267'500	27	3.30%
Totale	8'111'250	811	100%
Minusio			
Conifere	625	0	0.02%
Latifoglie	2'686'875	269	97.04%
Bosco misto	81'250	8	2.93%
Totale	2'768'750	277	100%

4. Calcolo dell'accrescimento legnoso per essenza (iii)

Una volta calcolata la superficie di bosco da attribuire a ogni categoria di bosco (conifere, latifoglie, bosco misto) si possono ricavare la quantità di legno prodotto a partire dall'accrescimento medio annuo corrispondente ad ogni essenza (accrescimento: l'incremento in legno del fusto totale, inclusa la corteccia). A questo scopo vengono utilizzati i dati forniti dall'NFI3, che individua valori medi specifici ad ogni Cantone ed ad ogni categoria di essenza.

I valori forniti dall'NFI3 mostrano che, per ogni ettaro di superficie boscata, in Cantone Ticino si registra un accrescimento teorico pari a

- 1.3 m³/anno ha di conifere
- 3.3 m³/anno ha di latifoglie,

per un totale di 4.6 m³/anno per ettaro di superficie boscata.

Tali valori sono definiti con riferimento ad una superficie boschiva ipotetica di un ettaro, in cui conifere e latifoglie siano presenti nella stessa proporzione con cui sono presenti sul territorio cantonale. E' dunque necessario riscaldare tali valori al fine di disporre di un indice di accrescimento relativo a ettari di bosco costituiti da sole conifere o da sole latifoglie. A questo scopo, si sono effettuate le considerazioni seguenti.

L'accrescimento complessivo sul territorio cantonale è stimabile a partire dalla superficie boscata totale, che, secondo l'NFI3, è pari a 122'100 ettari:

- 1.3 [m³/anno ha] * 122'100 [ha] = 158'730 [m³/anno] di conifere;
- 3.3 [m³/anno ha] * 122'100 [ha] = 402'930 [m³/anno] di latifoglie.

L'NFI3 stima anche che i 122'100 ettari di bosco siano articolati come segue:

- 44'850¹ ha di conifere;
- 77'250 ha di latifoglie.

Tenendo conto di tali valori, è possibile ricavare l'indice di accrescimento teorico per ettaro:

- conifere: 158'730 [m³/anno] / 44'850 [ha] = 3.50 [m³/anno ha];
- latifoglie: 402'930 [m³/anno] / 77'250 [ha] = 5.20 [m³/anno ha].

L'accrescimento teorico del bosco misto viene stimato come valore medio dell'accrescimento teorico stimato per conifere e latifoglie, pertanto pari a 4.40 m³/anno ha.

¹ L'NFI3 stima anche la ripartizione tra boschi di conifere e di latifoglie come segue:

- 42'600 ha di conifere;
- 75'000 ha di latifoglie;
- 4'500 ettari di essenza non nota.

Si è ipotizzato che questi 4'500 ettari siano costituiti per metà da conifere (2'250 ettari) e per metà da latifoglie (2'250 ettari).

Tabella 3 Stima dell'accrescimento annuo legnoso teorico [m³/anno].

Tipo di Bosco	Superficie Boschiva [ha]	Accrescimento teorico [m³/anno ha]	Accrescimento teorico [m³/anno]
Canton Ticino			
Conifere	37'520	3.50	131'323
Latifoglie	83'122	5.20	432'235
Bosco misto	5'241	4.40	23'062
Totale	125'884	4.70	586'620
Locarnese			
Conifere	5'415	3.50	18'954
Latifoglie	24'158	5.20	125'619
Bosco misto	1'323	4.40	5'822
Totale	30'896	4.70	150'395
Minusio e confinanti			
Conifere	0	3.50	0
Latifoglie	784	5.20	4'078
Bosco misto	27	4.40	118
Totale	811	4.70	4'196
Minusio			
Conifere	0	3.50	0
Latifoglie	269	5.20	1'397
Bosco misto	8	4.40	36
Totale	277	4.70	1'433

5. Fattore di riduzione della mortalità del bosco (iv)

Una corretta stima dell'accrescimento, volta a non intaccare la provvigione esistente, in una ottica di sfruttamento sostenibile del bosco, impone di tenere conto anche dei quantitativi di legname perso a causa del naturale tasso di mortalità. L'NFI3 indica una mortalità media di 1.01 m³/anno per ettaro, indistintamente dal tipo di bosco.

Si ritiene che circa il 50% dei volumi di bosco morto possano essere sfruttati per la produzione di legname, mentre l'altro 50% debba rimanere *in situ*, per garantire le funzionalità dell'ecosistema. Se dunque si considera un fattore di mortalità pari al 50% di quello individuato dall'NFI3, si ottengono i seguenti valori di *accrescimento netto* per categoria di essenza:

- conifere: 3.00 m³/anno ha,
- latifoglie: 4.70 m³/anno ha,
- bosco misto: 3.90 m³/anno ha.

Tabella 4 Stima dell'accrescimento netto [m³/anno] considerando solo 50% della mortalità.

Tipo di Bosco	Superficie Boschiva [ha]	Perdita di legname a causa di mortalità [m³/anno ha]	Accrescimento netto [m³/anno]
Canton Ticino			
Conifere	37'520	0.50	112'375
Latifoglie	83'122	0.50	390'258
Bosco misto	5'241	0.50	20'415
Totale	125'884	0.50	523'048
Locarnese			
Conifere	5'415	0.50	16'219
Latifoglie	24'158	0.50	113'419
Bosco misto	1'323	0.50	5'154
Totale	30'896	0.50	134'792
Minusio e confinanti			
Conifere	0	0.50	0
Latifoglie	784	0.50	3'682
Bosco misto	27	0.50	104
Totale	811	0.50	3'787
Minusio			
Conifere	0	0.50	0
Latifoglie	269	0.50	1'261
Bosco misto	8	0.50	32
Totale	277	0.50	1'293

6. Fattori di riduzione dello sfruttamento (v)

I tre principali fattori di riduzione dello sfruttamento dell'accrescimento legno considerati sono da ricondurre all'influenza:

- del bosco privato,
- del legname da opera,
- delle condizioni del terreno e della presenza o meno di boschi di protezione.

Le metodologie utilizzate per la stima finale dell'accrescimento realisticamente sfruttabile sono esplicitate qui di seguito.

6.1 Fattore di Riduzione Bosco Pubblico-Privato

Anche se in Ticino la maggior parte del bosco è pubblico (Patriziati, Comuni e Cantone), un'importante superficie boschiva (21.2%) è di proprietà privata [fonte: WSL, NFI3]. Vista la frammentazione di queste superfici sul territorio e l'interesse relativamente basso che i proprietari privati sembrano avere per la produzione di legname, adottando un approccio cautelativo, i quantitativi prodotti da superfici boschive di proprietà privata sono stati considerati come solo parzialmente (50%) sfruttabili.

A causa della mancanza di un'informazione puntuale per quanto concerne questo fenomeno, una sua generalizzazione su grandi porzioni del territorio ticinese è stata necessaria. La sola informazione che ci permette di stabilire la percentuale di bosco pubblico e rispettivamente privato sul territorio è quella fornita dalla Carta Forestale del Canton Ticino [Fonte: Carta Forestale del Canton Ticino, Sezione forestale cantonale, 1985]. L'informazione contenuta in questo documento permette di stimare le varie percentuali sui sette circondari forestali presenti sul territorio cantonale nel 1985 (cfr. Figura 4). Per questa ragione l'accrescimento legnoso stimato nel paragrafo precedente è stato omogeneamente ridotto per tutte le essenze considerate (latifoglie, conifere e bosco misto) secondo le percentuali mostrate nella Tabella 5.

Tabella 5 Percentuale di riduzione dell'accrescimento legnoso dovuto alla presenza di bosco privato (il bosco privato è considerato come sfruttabile solo per il 50%).

	Bosco Totale [ha]	Bosco Pubblico [%]	Bosco Privato [%]	Percentuale di riduzione dell'accrescimento legnoso [%]
Circondario 1	12'295	92.20%	7.80%	3.90%
Circondario 2	26'597	93.70%	6.30%	3.15%
Circondario 3	20'149	67.57%	32.43%	16.21%
Circondario 4	28'183	83.09%	16.91%	8.46%
Circondario 5	11'548	57.80%	42.20%	21.10%
Circondario 6	14'584	41.96%	58.04%	29.02%
Circondario 7	28'767	89.99%	10.01%	5.00%

Come si può notare dalla Figura 4 tutta la regione investigata fa parte del circondario 6. Di conseguenza è stata introdotta una riduzione dell'accrescimento legnoso del 8,46%, dovuta alla presenza di 4'765 ha di bosco privato [16,91% della superficie boscata].

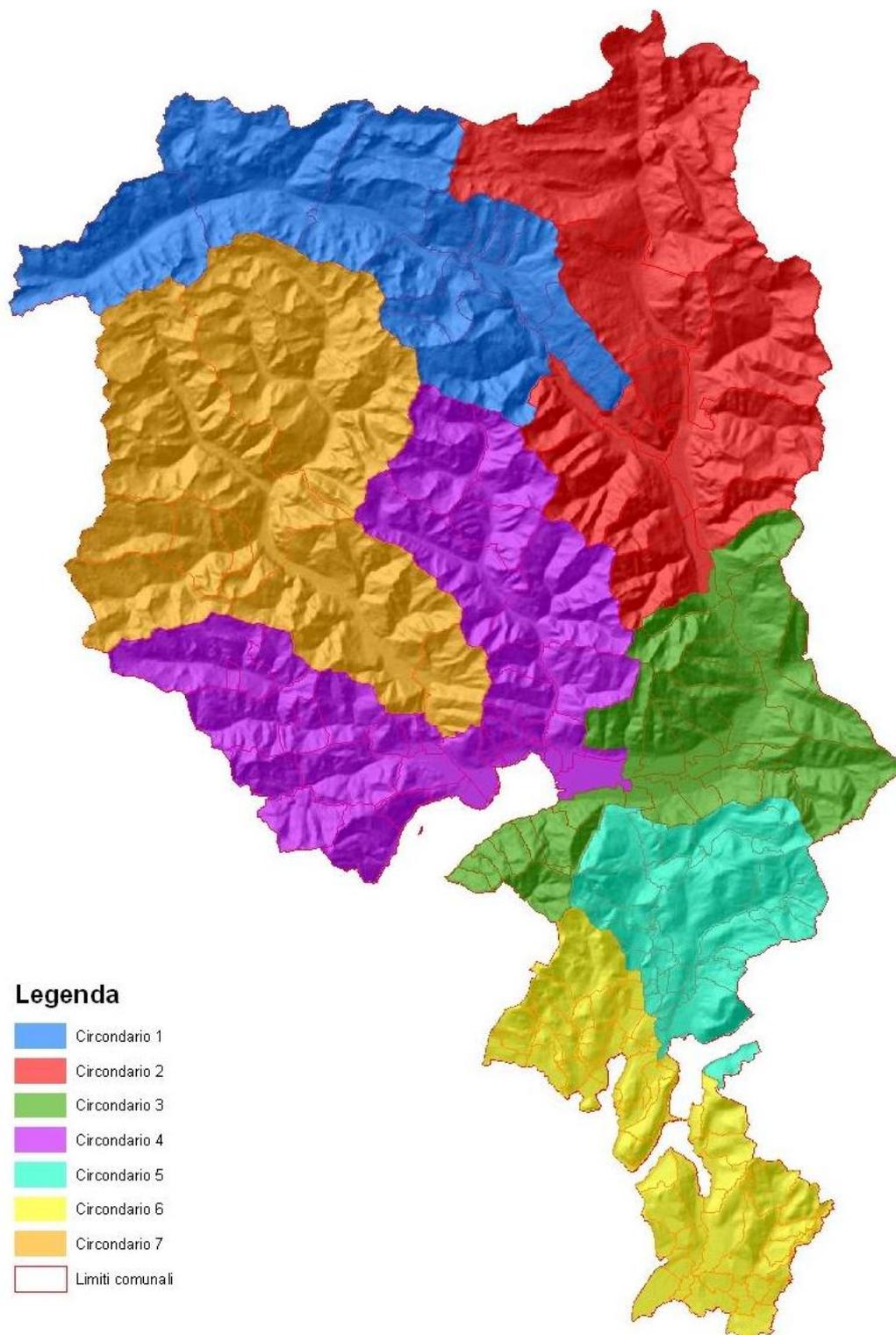


Figura 4 Distribuzione dei circondari forestali del Canton Ticino nel 1985.

6.2 Rapporto Legno energia-Legno d'opera

Attualmente si considera che la legna utilizzata nel Canton Ticino sia pari a 65'000 m³/anno (il che rappresenta 12% dell'accrescimento annuale calcolato), di cui circa 55'000 m³ sono latifoglie e 10'000 m³ sono conifere [Fonte: Relazione annuale 2009, Sezione forestale Cantone Ticino e PEC]. Vi è tuttavia da considerare come non tutta la legna sia utilizzata come legna da ardere. Una parte viene infatti utilizzata per la produzione di legname d'opera. Secondo la Sezione forestale [comunicazione orale]:

- per le latifoglie circa il 25% (14'000 m³) delle attuali utilizzazioni legnose annue viene usato quale legname da opera e il restante 75% (41'000 m³) è usato come legno energia;
- per le conifere, circa il 70% (7'000 m³) delle attuali utilizzazioni legnose annue viene usato come legname da opera e il restante 30% (3'000 m³) è utilizzato come legno energia.

Si può ipotizzare che per il futuro queste proporzioni possano rimanere costanti, poiché un aumento dell'utilizzazione legnosa troverebbe comunque sbocco sui mercati esteri, che già oggi costituiscono il principale sbocco per il legname ticinese.

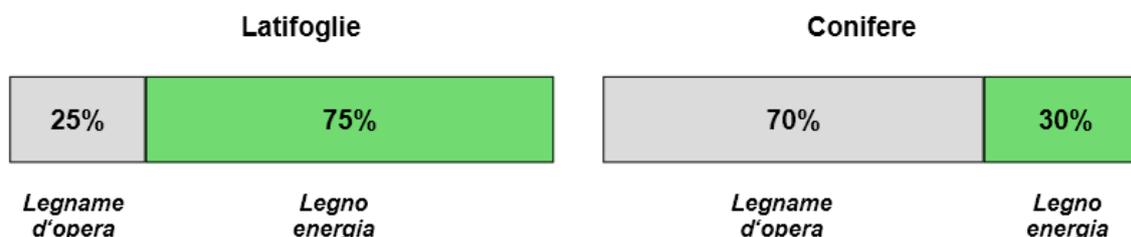


Figura 5 Proporzione tra legname d'opera e legno energia.

6.3 Influenza delle condizioni del terreno, della disponibilità di infrastrutture e dei boschi di protezione

Il solo calcolo del potenziale di legno energia presente sul territorio non dà un'immagine realistica della situazione. A causa della situazione morfologica del terreno o della mancanza di accessibilità è infatti possibile che un'importante fonte di legno energia non possa essere sfruttata. Al fine di considerare questo parametro si è utilizzata la "Carta delle condizioni di raccolta del legname" pubblicata dal Dipartimento del territorio del Canton Ticino [Piano Forestale Cantonale, 2007] e riportata in Figura 6.

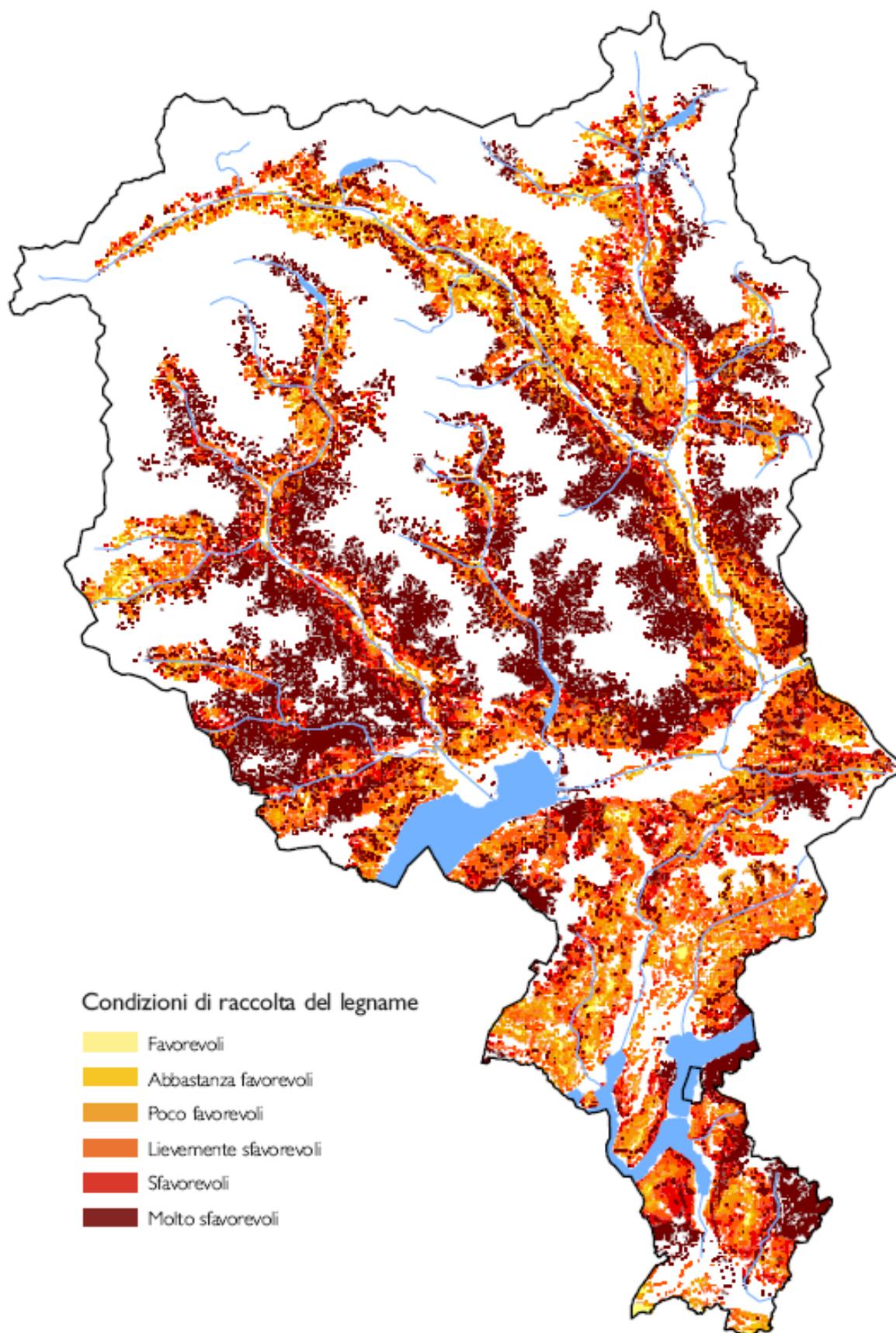


Figura 6 Carta delle condizioni di raccolta del legname [fonte: Piano Forestale Cantonale, 2007].

Questa carta caratterizza le condizioni di raccolta del legname utilizzando tre diversi parametri (pendenza, volume medio, distanza d'esbosco) e associa ad ogni categoria un costo per l'estrazione della legna. Abbiamo considerato che i boschi appartenenti alle prime due categorie ("Favorevole" e "Abbastanza favorevole", fino ad un costo di 110 CHF/m³) possano essere interamente sfruttati e che la loro localizzazione non comporti alcun ostacolo per il loro sfruttamento. Per quanto concerne la categoria "Poco favorevole" (110 – 126.5 CHF/m³), l'utilizzo della legna è parzialmente condizionato dalla morfologia del terreno, che ne rende più costoso lo sfruttamento e quindi poco appetibile dal punto di vista economico. Questo risulta in una diminuzione della percentuale di utilizzo dell'accrescimento, che stimiamo pari al 50%. Le categorie aventi un costo di estrazione più elevato di 126.5 CHF/m³ ("Lievemente sfavorevole", "Sfavorevole" e "Molto sfavorevole") non sono infine ritenute economicamente interessanti per uno sfruttamento: la percentuale di accrescimento realisticamente estraibile è stata considerata nulla.

Tuttavia questo non è il solo parametro che influenza lo sfruttamento del bosco ticinese. La situazione geomorfologica del territorio sud alpino comporta parecchi rischi dovuti a catastrofi naturali come slavine e frane. Al fine di ridurre questi rischi, anche i boschi vengono utilizzati per proteggere la popolazione e le relative infrastrutture. Per raggiungere questo scopo i boschi devono essere costantemente mantenuti, anche nel caso in cui ciò non sia economicamente vantaggioso. Per questa ragione consideriamo che le zone boschive appartenenti alle zone di protezione possano essere interamente sfruttate per la produzione di legno energia e legname d'opera, indipendentemente dal costo di sfruttamento.

L'integrazione di quest'ultimo parametro è stata possibile grazie alla mappa dei boschi con particolare funzione protettiva (boschi di protezione) fornita dal Cantone [Piano Forestale Cantonale, 2007], che ci permette per ogni punto di definirne l'appartenenza o meno ad una zona di protezione (cfr.

Figura 7 e Tavola 7).

Tabella 6 Percentuale dell'accrescimento realisticamente estraibile in base al costo d'estrazione e alla tipologia di bosco.

Categoria	Costo d'estrazione [CHF/m³]	Percentuale accrescimento realisticamente estraibile [%]
Favorevole	36.90-95.50	100%
Abbastanza Favorevole	95.50-110.00	100%
Poco Favorevole	110.00-126.50	50%
Lievemente Favorevole	126.50-152.00	0%
Sfavorevole	152.00-200.00	0%
Molto Sfavorevole	> 200.00	0%
Bosco di protezione	---	100%

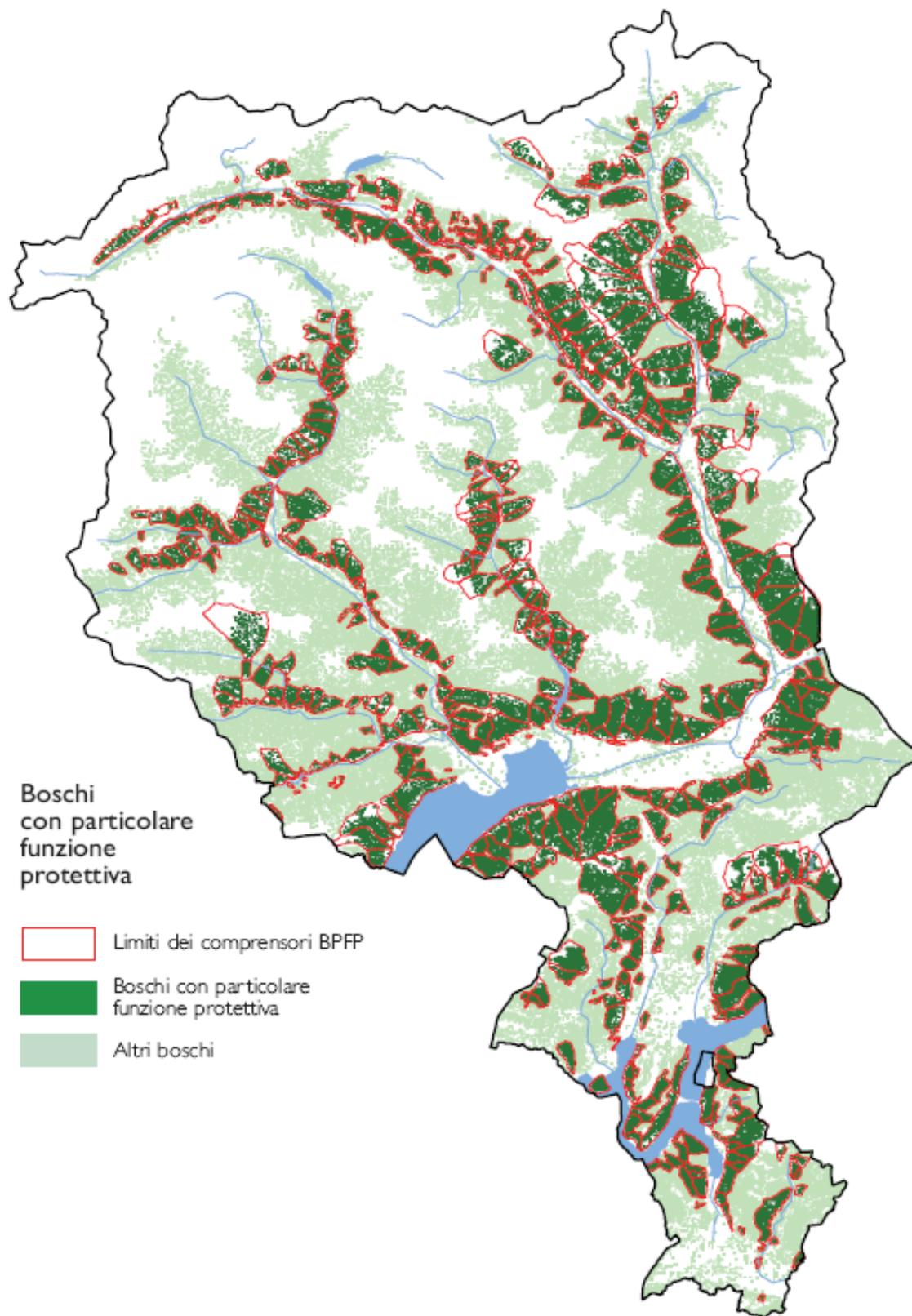


Figura 7 Boschi con particolare funzione protettiva [fonte : Piano Forestale Cantonale, 2007].

Applicando le percentuali descritte in questo paragrafo agli accrescimenti netti riportati in Tabella 4, si può estrarre un quantitativo di accrescimento realisticamente sfruttabile.

Tabella 7 Accrescimento realisticamente estraibile [m³/anno].

Tipo di Bosco	Accrescimento realisticamente sfruttabile [m³/anno]
Canton Ticino	
Conifere	9'768
Latifoglie	50'197
Bosco misto	2'867
Totale	62'831
Locarnese	
Conifere	708
Latifoglie	11'372
Bosco misto	442
Totale	12'522
Minusio e confinanti	
Conifere	0
Latifoglie	813
Bosco misto	16
Totale	828
Minusio	
Conifere	0
Latifoglie	268
Bosco misto	5
Totale	273

7. Resa energetica del legname(vi)

Una volta calcolato il volume di legname realisticamente disponibile, si può definire il potenziale energetico che questi volumi possono fornire. Per questo scopo vengono utilizzati gli indici utilizzati nel Piano Energetico Cantonale (PEC), secondo i quali

- il legname delle conifere ha una resa energetica di 2 MWh/m³
- Il legname delle latifoglie ha una resa energetica superiore, pari a 2.8 MWh/m³.

Al bosco misto viene infine attribuita una resa energetica media di 2.4 MWh/m³.

Tabella 8 Potenziale energetico del legno realisticamente sfruttabile [m³/anno].

Tipo di Bosco	Resa Energetica [MWh/m³]	Potenziale Energetico [MWh/anno]
Canton Ticino		
Conifere	2.0	19'536
Latifoglie	2.8	140'550
Bosco misto	2.4	6'880
Totale	---	166'966
Locarnese		
Conifere	2.0	1'415
Latifoglie	2.8	31'843
Bosco misto	2.4	1'060
Totale	---	34'318
Minusio e confinanti		
Conifere	2.0	0
Latifoglie	2.8	2'276
Bosco misto	2.4	37
Totale	---	2'313
Minusio		
Conifere	2.0	0
Latifoglie	2.8	751
Bosco misto	2.4	13
Totale	---	763

Allegati

- Tavola 1: Boschi di Protezione
- Tavola 2: Circondari forestali
- Tavola 3: Limiti Boschi
- Tavola 4: Accrescimento Realisticamente Sfruttabile



Potenziale di produzione di energia dal bosco
Comune di Mlnusio



Tavola 2 Circondari forestali

Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana
Dipartimento ambiente costruzioni e design

SUPSI

Istituto sostenibilità applicata all'ambiente costruito

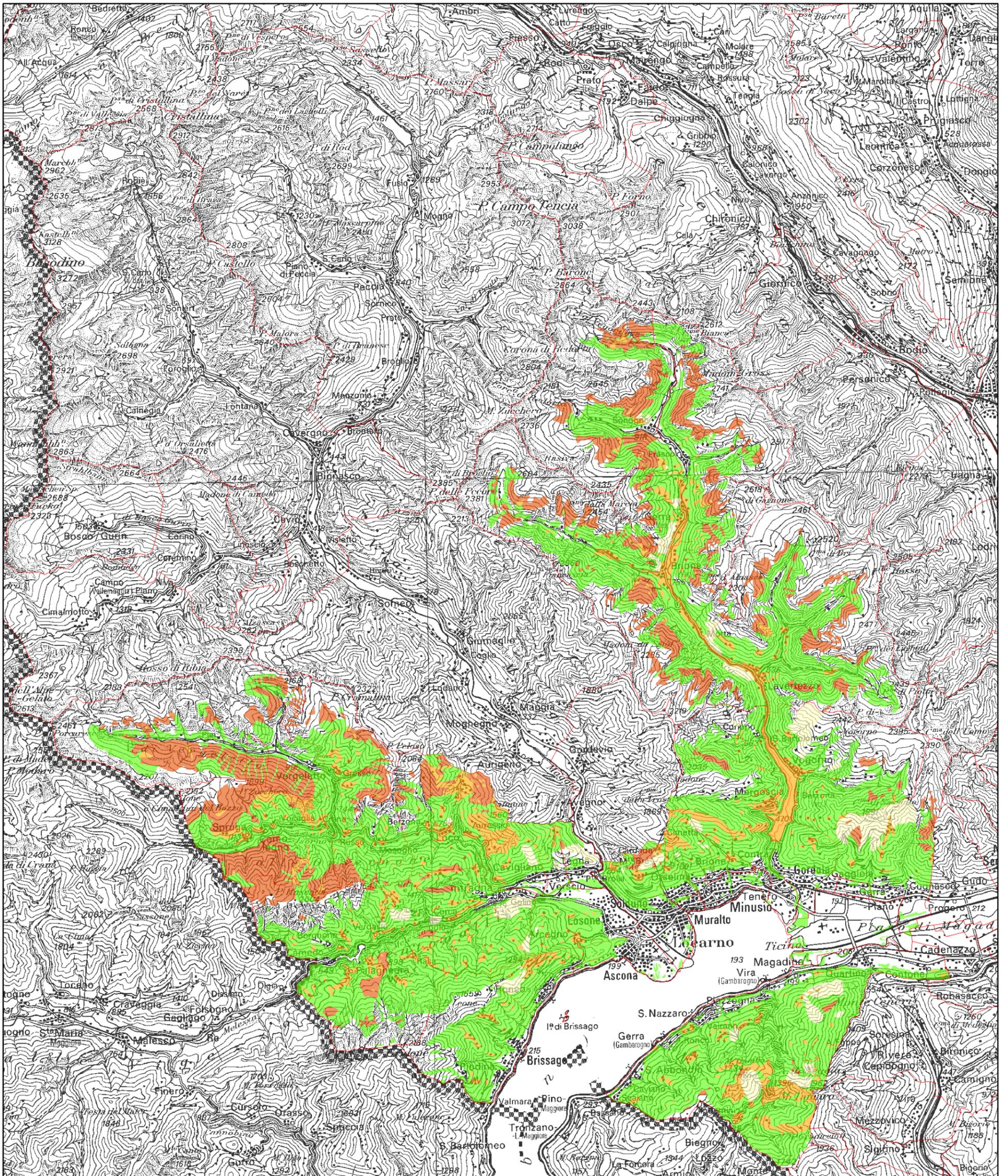
Trevano, CP 105, CH-6952 Canobbio
T +41 (0)58 666 63 51, F +41 (0)58 666 63 49

isaac@supsi.ch, www.isaac.supsi.ch
N. IVA 425.112

Legenda

- Circondario 1
- Circondario 2
- Circondario 3
- Circondario 4
- Circondario 5
- Circondario 6
- Circondario 7
- Limiti comunali

Scala 1:300'000



Potenziale di produzione di energia dal bosco
Comune di Minusio



Tavola 3 Limiti Boschi

Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana
Dipartimento ambiente costruzioni e design

SUPSI

Istituto sostenibilità applicata all'ambiente costruito

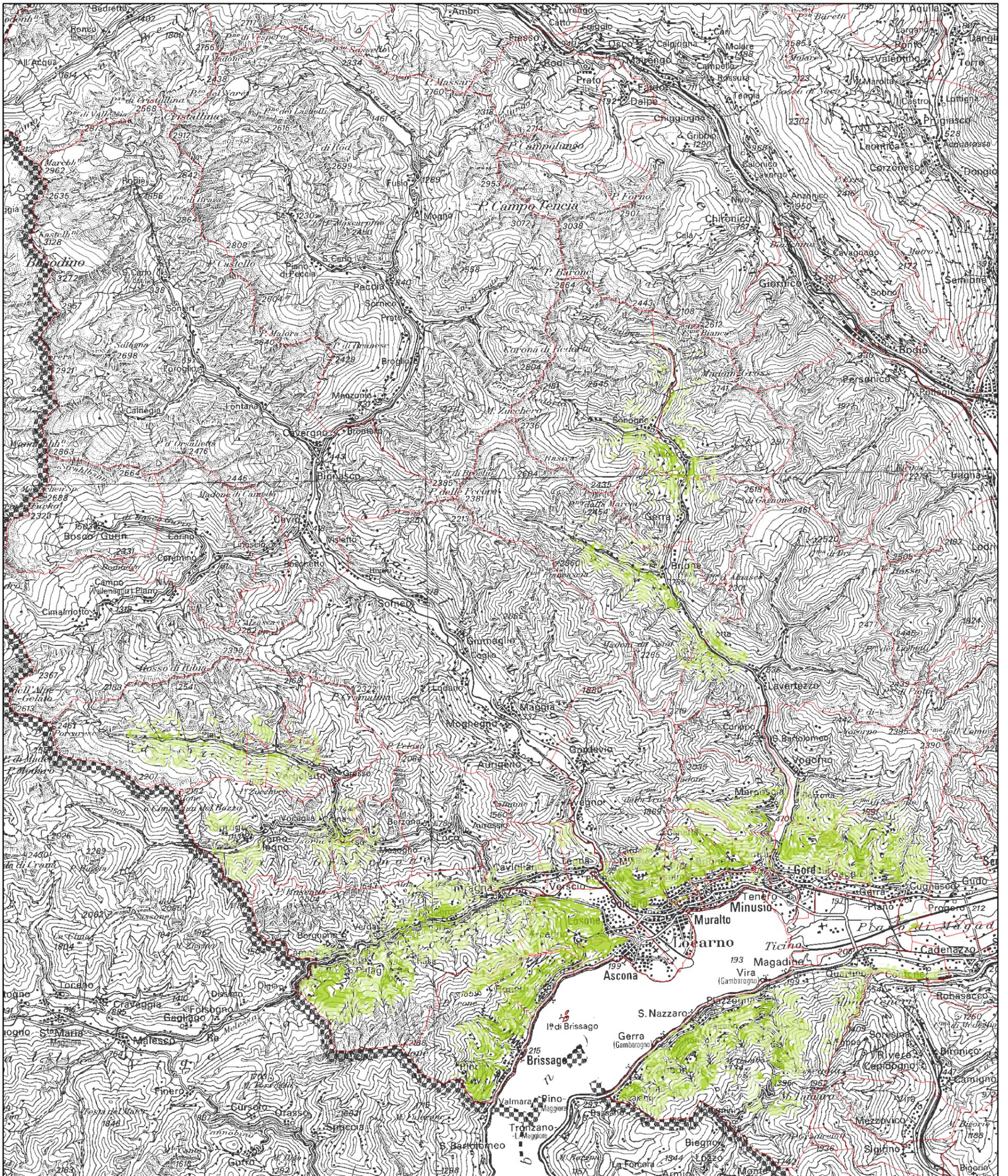
Trevano, CP 105, CH-6952 Canobbio
T +41 (0)58 666 63 51, F +41 (0)58 666 63 49

isaac@supsi.ch, www.isaac.supsi.ch
N. IVA 425.112

Legenda

- Conifere
- Latifoglie
- Bosco misto
- Radure
- Limiti comunali

Scala 1:150'000



Potenziale di produzione di energia dal bosco
Comune di Minusio



Legenda

- 0 - 0.5 [m³/ha*anno]
- 0.51 - 1 [m³/ha*anno]
- 1.01 - 2 [m³/ha*anno]
- > 2 [m³/ha*anno]

Tavola 4 Accrescimento Realisticamente Sfruttabile

Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana
Dipartimento ambiente costruzioni e design

SUPSI

Istituto sostenibilità applicata all'ambiente costruito

Trevano, CP 105, CH-6952 Canobbio
T +41 (0)58 666 63 51, F +41 (0)58 666 63 49

isaac@supsi.ch, www.isaac.supsi.ch
N. IVA 425.112

Scala 1:150'000



13 Allegato: Delimitazione delle aree idonee allo sfruttamento del sottosuolo

Comune di Minusio

Enermi Sagl

Via al Roccolo 15
6900 Massagno

Operatore IST

S. Pera,
S. Bronzini

Settore Geomatica

Scuola universitaria professionale
della Svizzera italiana

SUPSI

Dipartimento ambiente costruzioni e
design
Istituto scienze della Terra

Telefono
Fax
E-mail

Campus Trevano
CH – 6952 Canobbio
+41 (0)58 666 62 00
+41 (0)58 666 62 09
ist@supsi.ch

Data: ottobre 2013

Piano energetico comunale, delimitazione delle aree idonee allo sfruttamento termico del sottosuolo

Contenuto

1	Introduzione.....	4
2	Inquadramento geologico	5
3	Inquadramento idrogeologico	5
4	Idoneità per lo sfruttamento termico delle acque sotterranee.....	6
5	Idoneità per la posa di sonde geotermiche	7
6	Conclusioni.....	7
7	Bibliografia e basi legali	8

Allegati

A1	Carta dell'idoneità per lo sfruttamento termico delle acque sotterranee
A2	Carta dell'idoneità per la posa di sonde geotermiche
A3	Risultati sismica passiva
A4	Documentazione fotografica
A5	Stratigrafie dei sondaggi (Banca dati GESPOS)

Autori: S. Pera, S. Bronzini, Istituto Scienze della Terra
Committente: Enermi Sagl, Massagno
Data: ottobre 2013

1 Introduzione

Lo sfruttamento dell'energia termica del sottosuolo, ha avuto negli ultimi anni un notevole sviluppo nel Cantone Ticino. In questo rapporto vengono identificate le aree idonee per la captazione d'acqua ad uso termico, e per la posa di sonde geotermiche nel Comune di Minusio. I dati utilizzati per la delimitazione sono:

- Carta geologica della Svizzera 1:25000 Fogli Locarno 1312 e Bellinzona 1313
- Stratigrafie di pozzi e sondaggi provenienti dalla banca dati GESPOS
- Modello digitale del terreno a 2 m di risoluzione
- Carta dei settori e delle zone di protezione delle acque 1:5000 Monte Ceneri
- Sopralluogo per verifica sul territorio delle aree identificate
- Misure dello spessore della copertura sedimentaria tramite sismica passiva

Il territorio del Comune che è stato oggetto dell'analisi è evidenziato in colore rosso nella Figura 1. La delimitazione realizzata ha come obiettivo quello di fornire indicazioni di massima sulle aree potenzialmente idonee. Una conferma sull'idoneità definitiva in caso di posa di un impianto specifico potrà avvenire solo con indagini mirate.



Figura 1 – Comune di Minusio

Segnaliamo inoltre che per uno sfruttamento sostenibile delle risorse energetiche del sottosuolo, si deve considerare la distribuzione geografica delle fonti che non sempre coincide con i limiti amministrativi. Per esempio gli acquiferi sono spesso distribuiti sul territorio di più comuni che condividono la stessa risorsa.

2 Inquadramento geologico

Nel Comune di Minusio affiorano prevalentemente rocce metamorfiche, Gneiss di composizione granitica e Paragneiss pelitici e psammitici. Queste rocce affiorano sulla parte più alta del comune. Verso il Lago Maggiore, e verso la foce del Fiume Ticino compaiono depositi sedimentari di età Quaternaria, di diversa natura. Questi depositi sono il risultato della dinamica tra gli apporti dai versanti e delle oscillazioni di livello del lago stesso. Principalmente sono costituiti da una alternanza di ghiaie, sabbie, e limi. Verso i rilievi rocciosi, i depositi sono più ghiaiosi con presenza di blocchi anche importanti, diventando sempre più sabbiosi e limosi avvicinandosi al lago dove sono presenti anche delle frazioni di materiale organico.

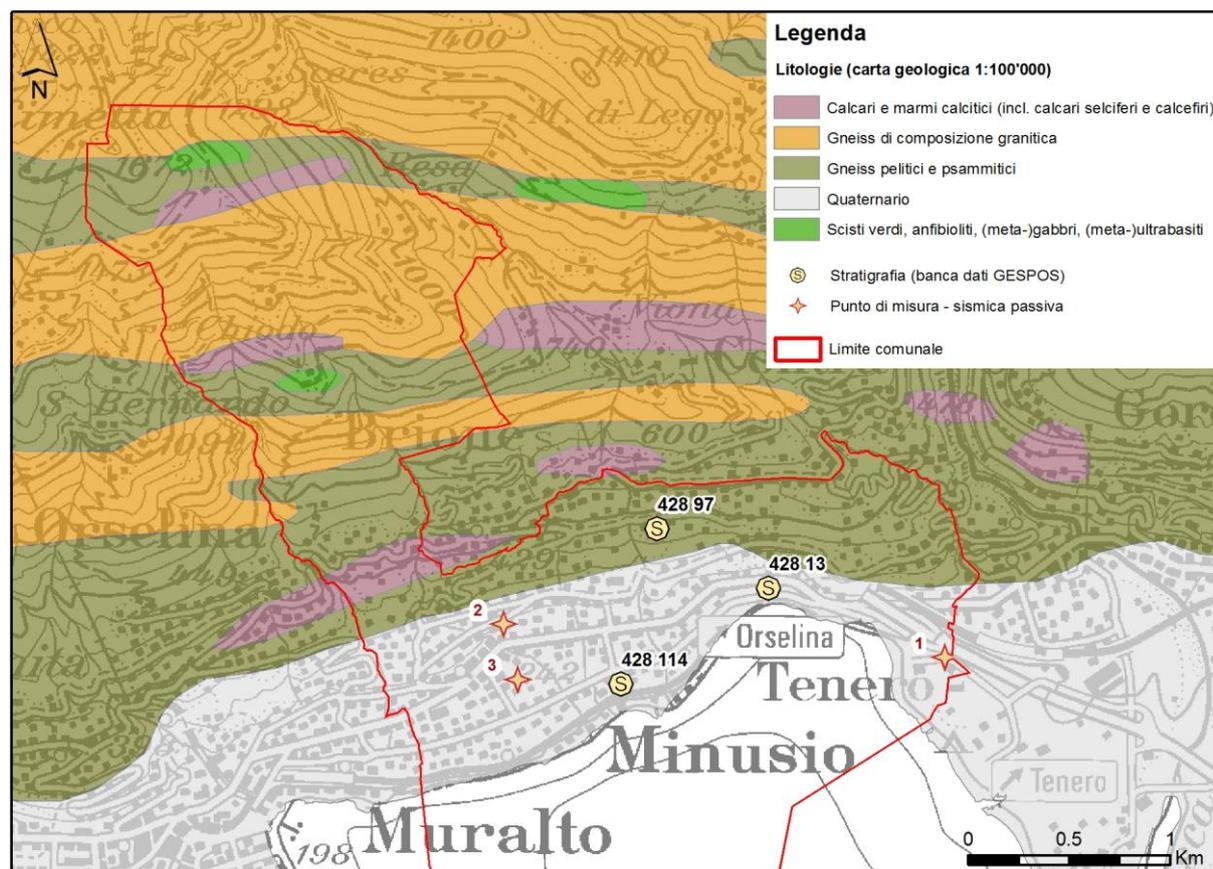


Figura 2 – Schema geologico

3 Inquadramento idrogeologico

Dal punto di vista idrogeologico, nel Comune di Minusio possono essere distinte due aree (figura 2):

- Rilievi rocciosi in origine pressoché impermeabili si presentano con un diverso grado di fratturazione. Questa fratturazione insieme all'alterazione causata degli agenti atmosferici, fa aumentare la permeabilità, che consente la circolazione dell'acqua sotterranea. Infatti vi sono sul territorio del comune diverse sorgenti, alcune delle quali captate a scopo potabile.
- Materiale sciolto, sul quale si sviluppa gran parte dell'agglomerato urbano, dove alloggia un acquifero di permeabilità variabile in funzione della natura geologica dei terreni. Alcune prove di pompaggio danno valori di permeabilità oscillanti tra $2 \cdot 10^{-4}$ e $3.4 \cdot 10^{-3}$ m/s. la direzione del deflusso sotterraneo, è verso il Lago Maggiore.

La ricarica degli acquiferi fratturati, sia di quelli in materiale sciolto, è garantita attraverso gli eventi meteorici (pioggia, neve); ulteriori contributi locali alla ricarica in corrispondenza con i riali che scendono dal versante sono ipotizzabili.

4 Idoneità per lo sfruttamento termico delle acque sotterranee

La carta presente nell'allegato A1 indica le aree idonee per lo sfruttamento termico delle acque sotterranee. Esistono diversi gradi di idoneità in funzione delle caratteristiche idrogeologiche e delle restrizioni all'uso dei fondi che derivano dall'applicazione della legge e dell'ordinanza per la protezione delle acque; nel territorio di Minusio sono state identificate diverse zone il cui potenziale di sfruttamento viene descritto qui di seguito.

Acquiferi produttivi

L'acquifero presente in quest'area si sviluppa nei depositi quaternari che, sulla base delle stratigrafie a disposizione nella banca dati GESPOS, hanno uno spessore generalmente superiore a 25 m (allegato A5 – sondaggio 428.114). La vicinanza dell'acquifero alla superficie e la sua buona permeabilità sono i fattori principali che determinano la possibilità di sfruttamento energetico; pertanto sia la captazione che la re-immissione dell'acqua prelevata nell'acquifero, non presentano particolari difficoltà. L'acquifero in questione si sviluppa geograficamente nella fascia costiera del lago Maggiore; in un sistema naturale, la superficie del lago rappresenta il livello base dell'acquifero: le oscillazioni stagionali di quest'ultimo possono far registrare una variazione nei valori del gradiente idraulico e quindi nelle modalità di scorrimento del flusso idrico sotterraneo.

Zone marginali

Geograficamente l'area si sviluppa a Nord dell'acquifero fino al limite basso dei rilievi rocciosi, che coincidono con un brusco cambiamento morfologico. Questa zona è anch'essa costituita da sedimenti quaternari, i quali, stando alle stratigrafie disponibili (allegato A5 – sondaggio 428.13), raggiungono una profondità che varia tra i 10 e i 20 m, dopo i quali viene a trovarsi la roccia. Le 2 misure di sismica passiva realizzate in quest'area, confermano l'esistenza di uno strato di sedimenti con uno spessore di ca. 25 m. La saturazione dei sedimenti è solo parziale e laddove avviene, il livello freatico è profondo. Queste caratteristiche fanno sì che anche se lo sfruttamento energetico è legalmente permesso, quest'area ha un potenziale per lo sfruttamento delle acque sotterranee ridotto.

Rilievi rocciosi

I rilievi rocciosi, costituiti prevalentemente da gneiss, occupano tutta la parte settentrionale del territorio di Minusio. Come si nota dalle stratigrafie rilevate nei sondaggi (allegato A5 – sondaggio 428.97) solo un limitato strato di deposito copre la roccia che si trova solitamente a non più di 10 m di profondità. Gli acquiferi che si sviluppano in un supporto roccioso sono di tipo fessurato: l'acqua sotterranea scorre in questo caso lungo le discontinuità, come ad esempio le fratture o i giunti di stratificazione. Il complesso sistema ramificato che si forma dà origine ad un acquifero eterogeneo nello spazio che, a differenza degli acquiferi in materiale sciolto, ha una capacità d'immagazzinamento assai ridotta. Le caratteristiche idrogeologiche di queste zone costituiscono un vero limite allo sfruttamento termico delle acque sotterranee.

Zone di divieto di sfruttamento

Queste aree coincidono con le zone di protezione delle acque sotterranee dove, secondo la base legislativa svizzera (Legge federale sulla protezione delle acque –RS814.20 e Ordinanza federale sulla protezione delle acque –RS814.201) è vietato lo sfruttamento termico delle acque sotterranee come anche la posa di sonde geotermiche. Nel comune di Minusio vi sono 9 gruppi di sorgenti captate ad uso potabile, le cui zone di protezione sono attualmente vigenti. È da notare come alcune di queste zone di protezione non coincidono con i limiti amministrativi comunali, ma corrispondono alla situazione idro-

geologica. È inoltre da considerare come i vincoli posti a protezione delle acque presenti nel territorio sono suscettibili a delle modifiche nel tempo.

5 Idoneità per la posa di sonde geotermiche

Il prelievo di energia attraverso sonde geotermiche segue un iter particolare in quanto all'ammissibilità dell'impianto; questa è decisa in conformità a una carta in possesso dell'Amministrazione Cantonale che determina le zone all'interno dei settori di protezione delle acque sotterranee – Au, in cui gli impianti sono ammessi. Per decisione dell'Ufficio protezione e depurazione delle acque, questa carta non è pubblica.

In termini generali possiamo dire però, che sul territorio del comune di Minusio, la presenza del settore Au è limitata al territorio comunale sul piano di Magadino. Laddove si concentra la richiesta di prelievo dell'energia termica in corrispondenza con il centro abitato, non vi sono divieti per la posa di questo tipo d'impianti. Le zone per le quali esiste un divieto specifico, sono quelle vincolate da zone di protezione S attorno alle captazioni di sorgenti utilizzate a scopo potabile. L'allegato 2 mostra la carta con l'ammissibilità allo sfruttamento dell'energia termica del sottosuolo tramite sonde geotermiche.

6 Conclusioni

Nel presente lavoro il territorio del Comune di Minusio è stato suddiviso in funzione della diversa idoneità e ammissibilità per lo sfruttamento dell'energia termica del sottosuolo. I criteri utilizzati sono stati l'esistenza o meno di vincoli per la protezione delle acque sotterranee e le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del sottosuolo. Gli allegati A1 e A2 contengono la delimitazione.

Le zone delimitate rispecchiano lo stato delle conoscenze e dei vincoli esistenti al momento della redazione del presente rapporto. Variazioni future sono possibili. Per esempio a causa dell'eterogeneità dei depositi che costituiscono gli acquiferi, indagini mirate sono indispensabili per la posa di un impianto, le quali potrebbero confermare o meno la delimitazione proposta. Ugualmente, durante la revisione delle zone di protezione di captazioni ad uso potabile, i limiti possono variare estendendo o riducendo le zone di divieto. Le carte sono strumenti dinamici che si evolvono in funzione delle conoscenze e dell'utilizzo del territorio.

7 Bibliografia e basi legali

Carta geologica 1313 – Bellinzona, Atlante geologico della Svizzera 1:25'000, 1974.

Carta geologica 1312 – Locarno, Atlante geologico della Svizzera 1:25'000, 1983 (ultimo aggiornamento).

Monte Ceneri - Carta dei settori e delle zone di protezione delle acque 1:50000, 2003. Dipartimento del Territorio del Canton Ticino, Sezione per la protezione dell'aria dell'acqua e del suolo.

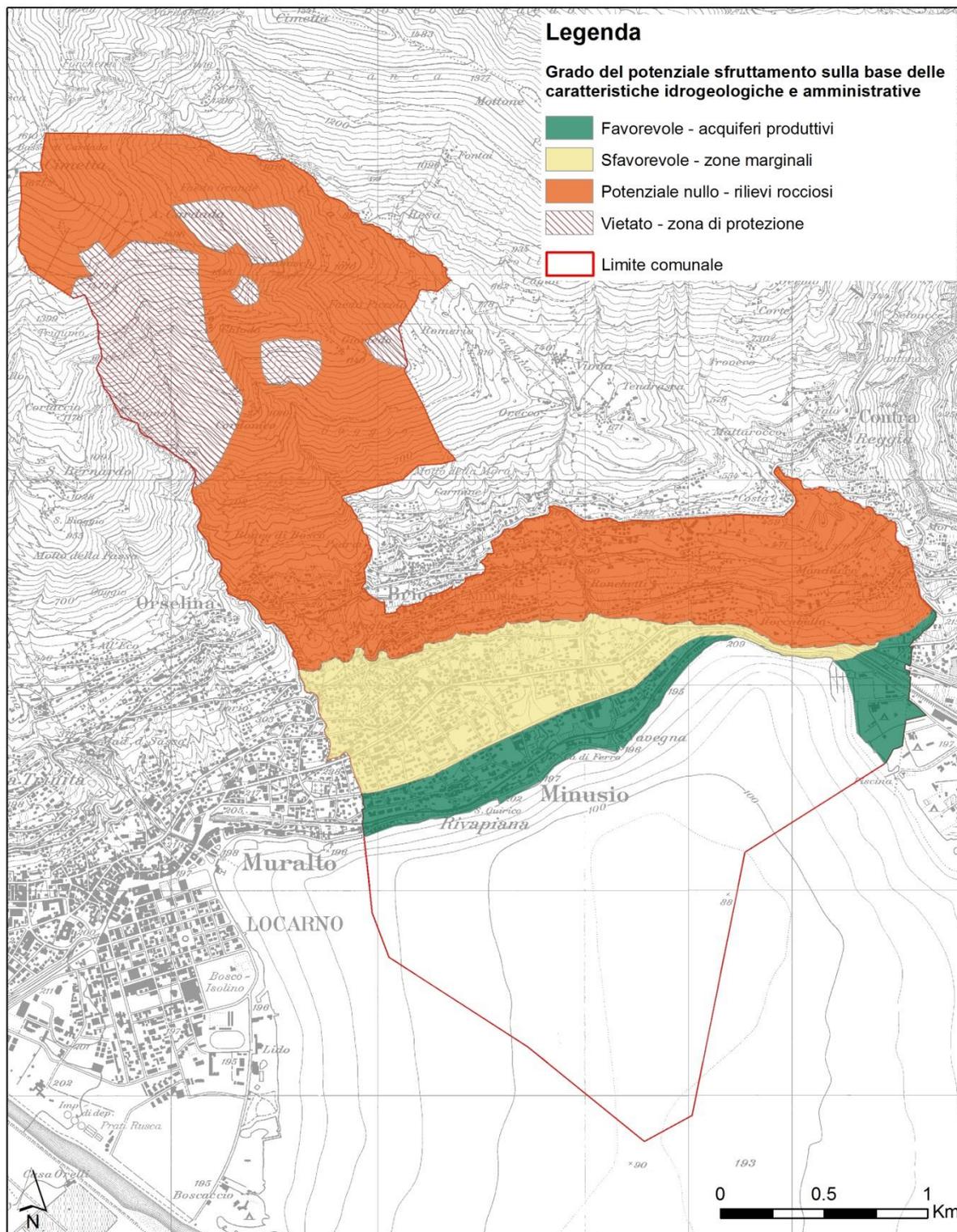
Legge federale del 24 gennaio 1991 sulla protezione delle acque (LPaC).

Ordinanza federale del 28 settembre 1998 sulla protezione delle acque (OPaC).

Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio UFAFP (2004): Istruzioni pratiche per la protezione delle acque sotterranee.

Allegati

A1 Carta dell'idoneità per lo sfruttamento termico delle acque sotterranee



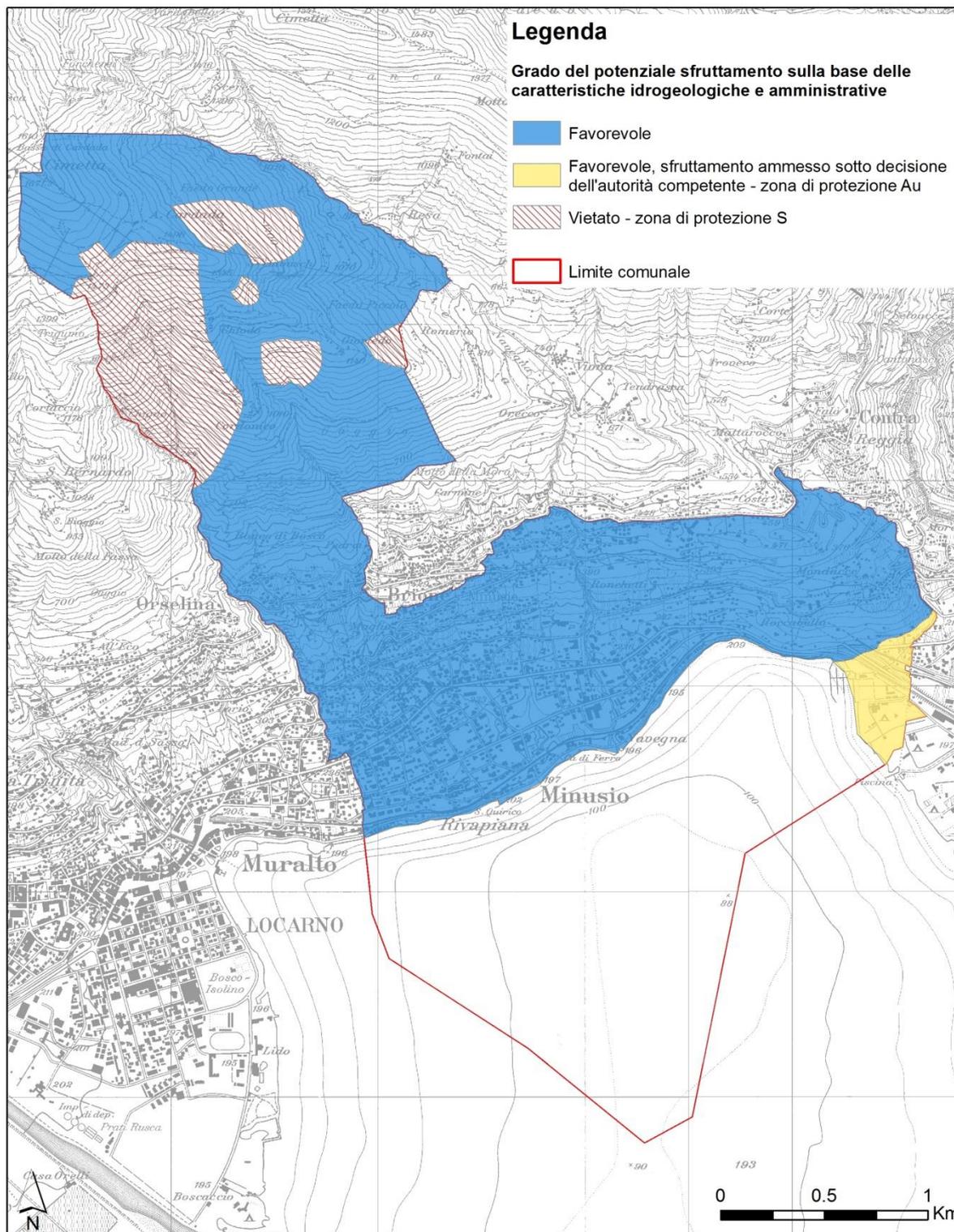
Comune di MINUSIO
Delimitazione in funzione del potenziale sfruttamento geotermico per il prelievo di acqua

Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana

SUPSI

Dipartimento ambiente costruzioni e design
Istituto scienze della Terra

A2 Carta dell'idoneità per la posa di sonde geotermiche



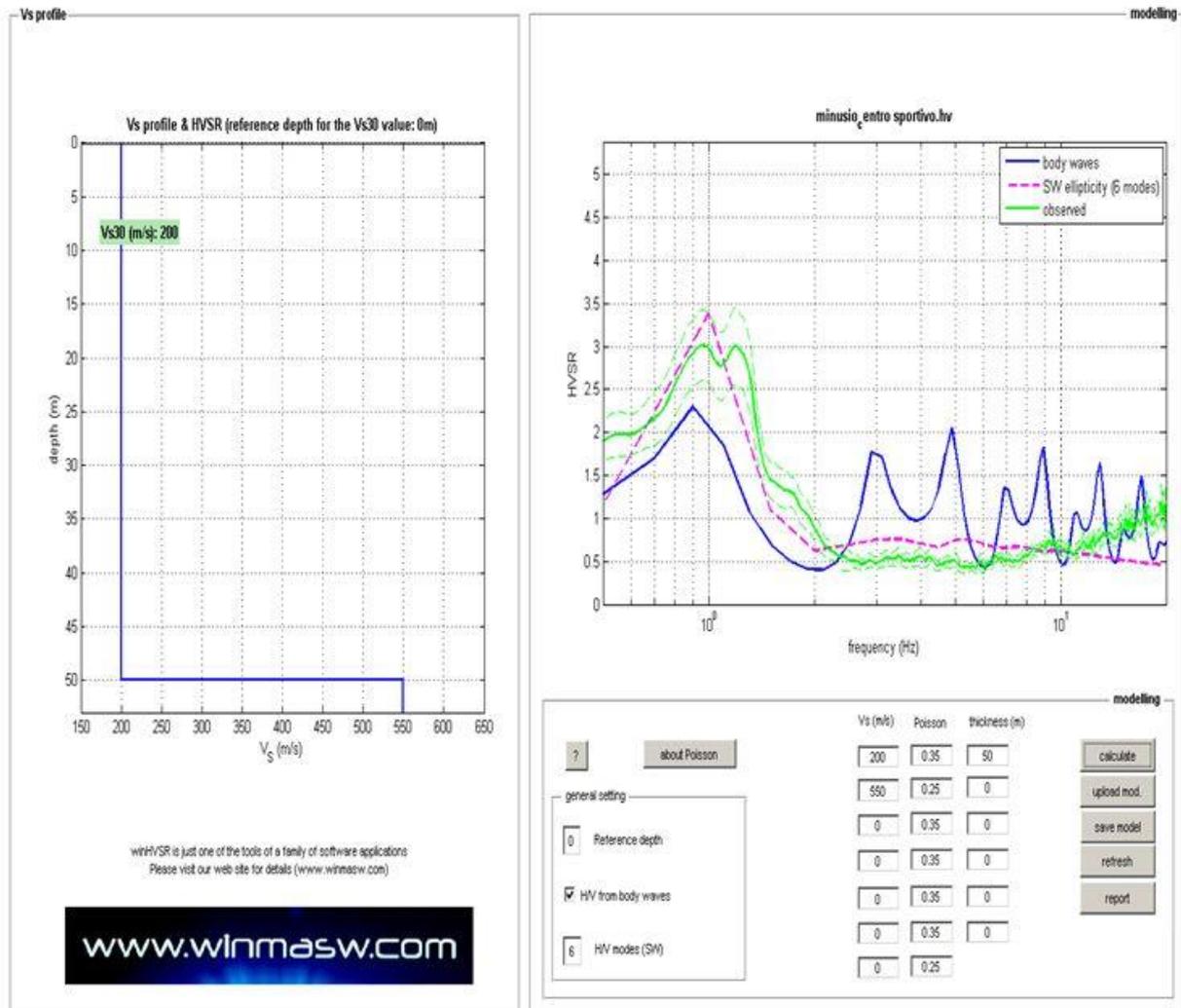
Comune di MINUSIO
Delimitazione in funzione del potenziale sfruttamento geotermico per l'istallazione di sonde geotermiche

Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana

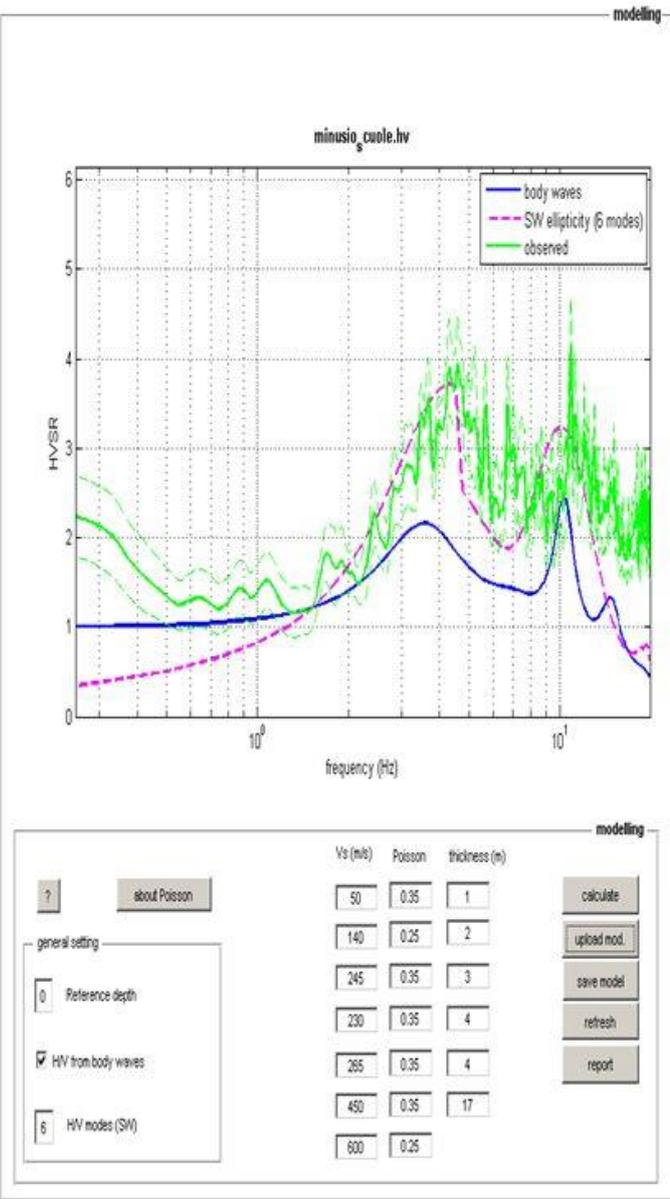
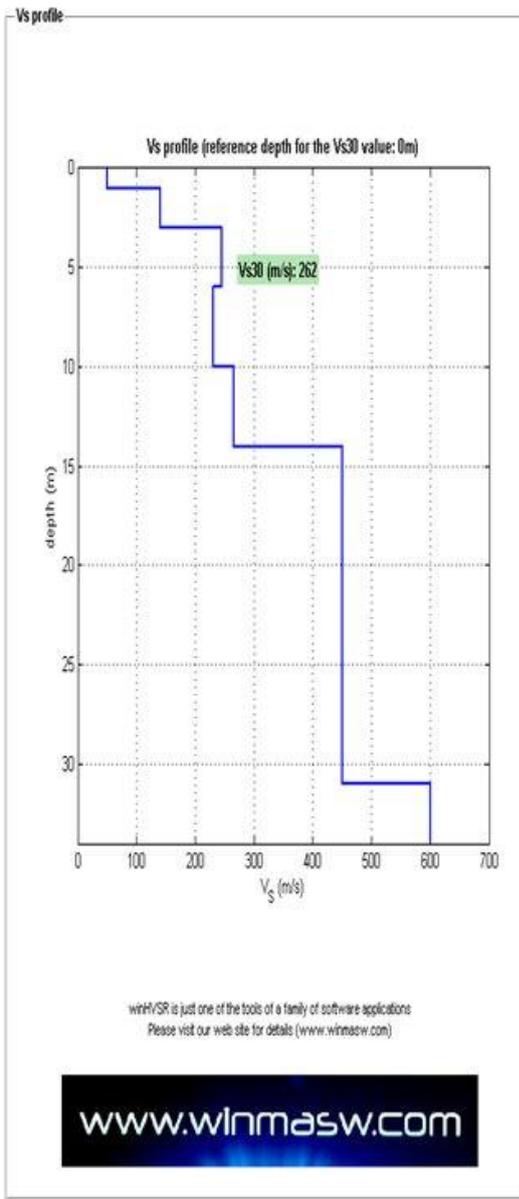
SUPSI

Dipartimento ambiente costruzioni e design
Istituto scienze della Terra

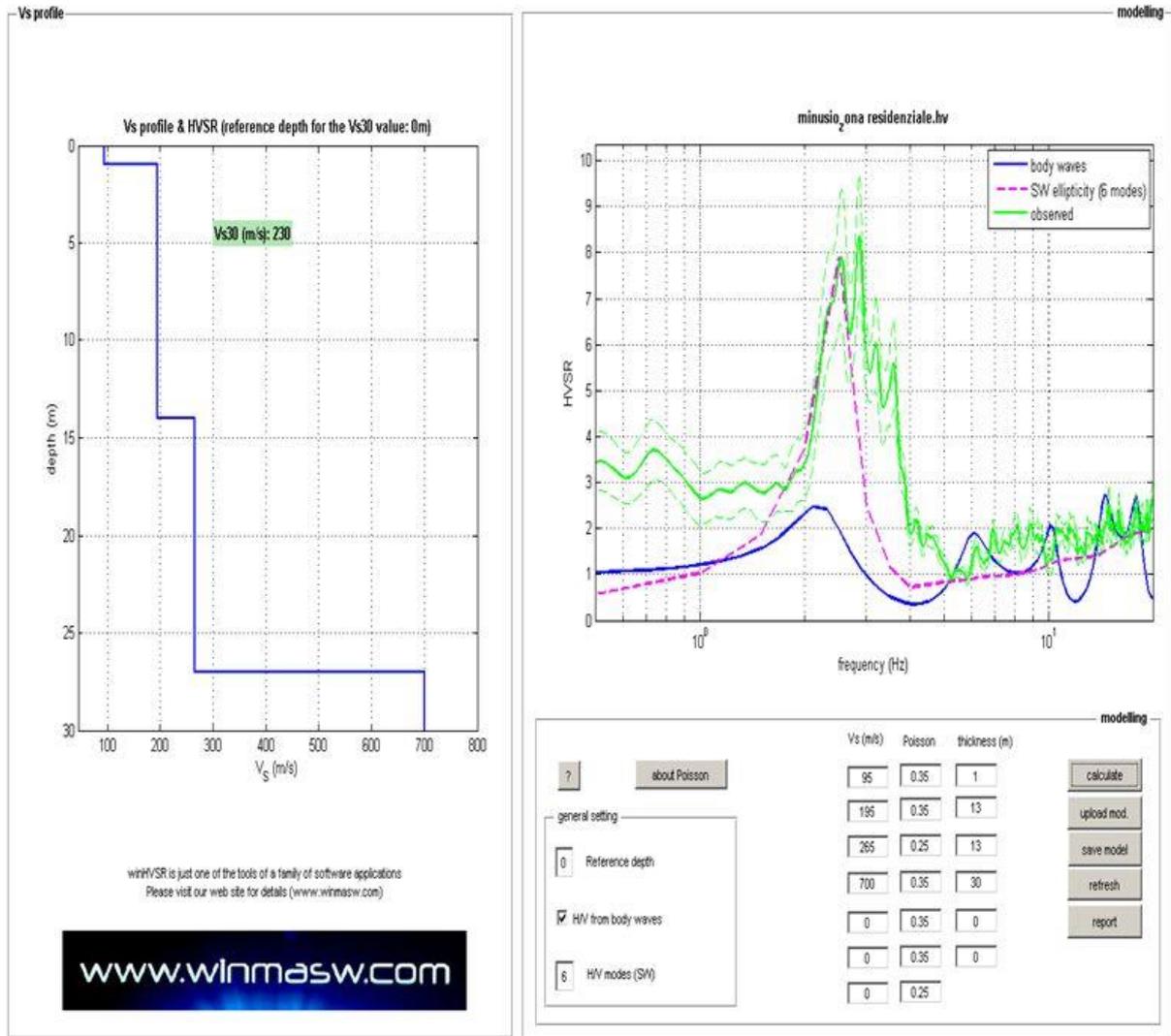
A3 Risultati sismica passiva



Risultato sismica passiva – Punto di misura 1



Risultato sismica passiva – Punto di misura 2

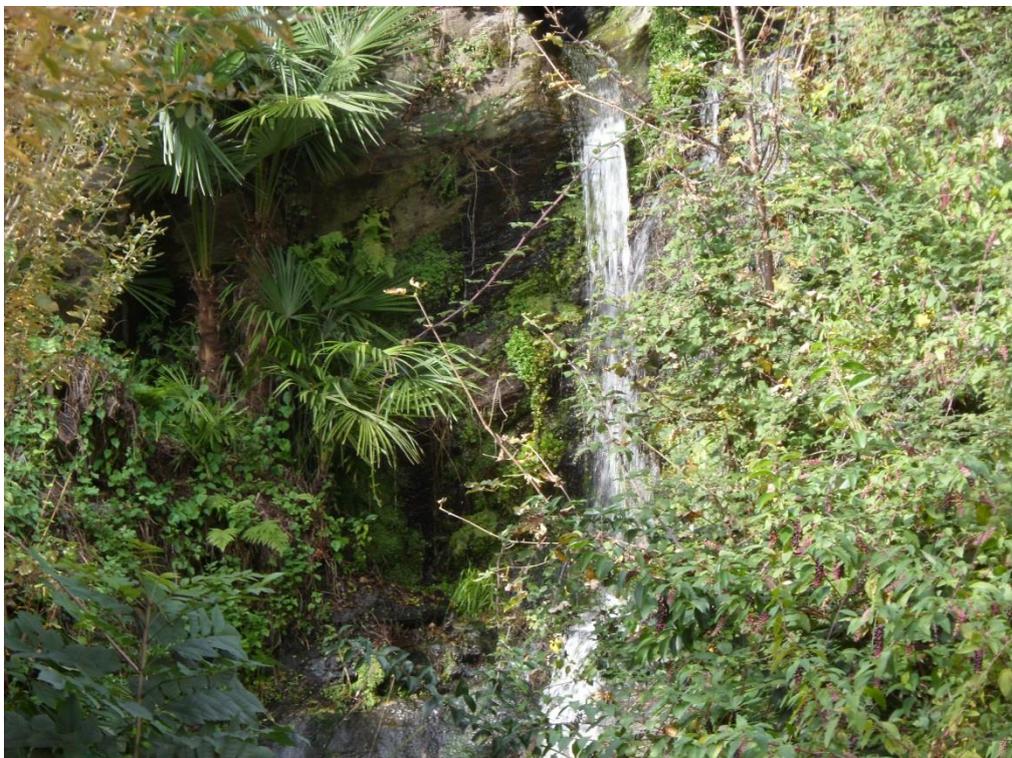


Risultato sismica passiva – Punto di misura 3

A4 Documentazione fotografica



Istallazione di misura per la sismica passiva



Roccia affiorante nell'incisione valliva del riale, nelle vicinanze delle scuole elementari di Minusio



Varietà di depositi nell'alveo del riale Navegna



Grossi blocchi nell'alveo del riale Navegna

A5 Stratigrafie dei sondaggi (Banca dati GESPOS)

Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana 	Dipartimento Ambiente Costruzioni e Design	Istituto Scienze della Terra
---	---	------------------------------------

Gestione Sondaggi: Stratigrafia (428 . 13)												
Quota (msm):210.59 Comune di:428 - MINUSIO Rilevatore:BEATRIZOTTI				Coordinata East:707653 Coordinata North:115277								
Altitudine (msm)	Profondità (m)	Quota Falda (m)	Profilo stratigrafico	Granulometria del terreno					Classificazione USCS	Descrizione	Natura Geologica	
				% di carota in roccia								
				A	L	S	G	C				
210.59	0.0	201.66										
210.04	0.55	8.93	-	-	-	-	-	-	HUMUS		▲	
208.69	1.9		-	5	30	35	30	-	-	GW		
192.59	18		-	10	50	30	10	-	-	SW		Morena rimaneggiata
188.99	21.6			-	-	-	-	-	ROCK		Roccia	

Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana	Dipartimento Ambiente Costruzioni e Design	Istituto Scienze della Terra
SUPSI		

Gestione Sondaggi: Stratigrafia (428 . 97)

Quota (msm):372.97
Comune di:428 - MINUSIO
Rilevatore:DELLA TORRE

Coordinata East:707100
Coordinata North:115573

Altitudine (msm)	Profondità (m)	Quota Falda (m)	Profilo stratigrafico	Granulometria del terreno					Classificazione USCS	Descrizione	Natura Geologica	
				% di carota in roccia								
				A	L	S	G	C				
372.97	0.0											
372.47	0.5			-	-	-	-	-	HUMUS	humus con riporto, colore grigio-bruno	▲	
371.47	1.5			-	-	-	-	-	HUMUS	vecchio humus, colore nero		
370.67	2.3			-	-	-	-	-	GW	detrito, clasti spigolosi, colore grigio-bruno		
370.07	2.9			— ······	-	10	75	15	-	SM	cappellaccio, roccia molto alterata, colore bruno	Detrito
369.17	3.8				-	-	-	-	-	ROCK	gneiss con lenti di quarzo e piani di scistosità biotitici molto alterati, carotiere semplice, colore bruno	▲
367.97	5				-	-	-	-	-	ROCK	carotiere doppio, R.Q.D = 15%, α=45°, colore da grigio-chiaro a scuro	Roccia

Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana 	Dipartimento Ambiente Costruzioni e Design	Istituto Scienze della Terra
---	---	------------------------------------

Gestione Sondaggi: Stratigrafia (428 . 114)

Quota (msm):208.68 Comune di:428 - MINUSIO Rilevatore:AMMANN	Coordinata East:706923 Coordinata North:114797
--	---

Altitudine (msm)	Profondità (m)	Quota Falda (m)	Profilo stratigrafico	Granulometria del terreno					Classificazione USCS	Descrizione	Natura Geologica
				% di carota in roccia							
				A	L	S	G	C			
208.68	0.0	197.91									
206.38	2.3	10.77		-	-	-	-	-	N.C.	terra vegetale e humus, ricca di resti organici, di color marrone intenso	No Classificazione
205.18	3.5			-	-	45	55	-	GW	ghiaia sabbiosa lavata ricca di ciottoli. Presenta un colore marrone scuro e talvolta resti organici	↑
203.28	5.4			-	5	65	30	-	SW	sabbia ghiaiosa e limosa, dal colore grigio tendente al marrone	
202.38	6.3			-	10	35	55	-	GM	ghiaia sabbiosa e limosa, dal colore grigio e marrone chiaro	
201.48	7.2			-	15	55	20	10	SM	sabbia limosa e ghiaiosa con ciottoli sparsi. Colore marrone	
200.03	8.65			-	5	45	35	15	SW	sabbia ghiaiosa con ciottoli e poco limo. Colore marrone chiaro tenndente al grigio	
198.48	10.2			-	5	40	45	10	GW	sabbia ghiaiosa leggermente limosa, con pochi ciottoli sparsi	
197.08	11.6			-	10	45	30	15	SW	sabbia ghiaiosa con ciottoli sparsi, dal colore grigio scuro a ocra pallido	
196.43	12.25			5	15	55	25	-	SC	sabbia ghiaiosa e limosa, con poca argilla; di colore grigio scuro	
195.03	13.65			-	-	65	25	10	SW	sabbia ghiaiosa lavata con ciottoli, color grigio chiaro	
194.38	14.3			-	10	75	15	-	SM	sabbia limosa con poca ghiaia, colore marrone chiaro	
193.68	15			-	20	75	5	-	SM	sabbia limosa con pochissima ghiaia	
193.38	15.3		-	5	95	-	-	SP	sabbia a grana fine, di colore beige chiaro		
191.98	16.7		5	25	70	-	-	SM-ML	sabbia limosa con poca argilla, color marrone		

187.18	21.5		-	30	70	-	-	SM-ML	sabbia più grossolana, limosa e leggermente argillosa	Alluvioni di conoide
186.53	22.15		15	65	20	-	-	OL	limi argillosi con sabbia fine e residui di materia organica (varve lacustri). Colore grigio-nero	▲
186.08	22.6		-	20	80	-	-	SM-ML	sabbia fine, limosa	
184.88	23.8		15	65	20	-	-	OL	idem 21.50 - 22.15	
184.53	24.15		-	5	75	20	-	SP	sabbia lavata, con poca ghiaia; colore scuro	
183.13	25.55		20	70	10	-	-	OH	argilla limosa. Colore grigio scuro con alternate bande di materia organica (nere). Presenza di fini letti sabbiosi di spessore millimetrico	
182.38	26.3		-	5	40	55	-	GM	ghiaia sabbiosa scura con poco limo	
182.08	26.6		-	15	80	5	-	SM	sabbia limosa con poca ghiaia, grigia scura	
179.93	28.75		20	75	5	-	-	OH	argilla limosa in alternanza con fini livelli sabbioso limosi. Colore grigio-verde, bruniccio. Varve lacustri	Lacustre (varve)
178.83	29.85		-	5	25	40	30	GM	ghiaia sabbiosa con molti ciottoli	▲
178.68	30		-	5	50	45	30	GW	sabbia ghiaiosa e limosa, di color grigio marrone	Morena

14 Bibliografia

1. **Consiglio federale.** Messaggio concernente il primo pacchetto di misure della Strategia energetica 2050. 04.09.2014.
2. **Novatlantis.** *Steps towards a sustainable development - A white book for R&D of energy-efficient technologies.* s.l. : Eberhard Jochem, 2004.
3. **Bernasconi G. et al.** *PEC - Piano di azione 2013.* s.l. : Dipartimento del territorio (DT), Dipartimento delle finanze e dell'economia (DFE), aprile 2013.
4. *Foglio ufficiale 103-104.* **Repubblica e Cantone Ticino.** 2013.
5. **SvizzeraEnergia per i Comuni, UFE, Novatlantis.** *Comuni, città e regioni in cammino verso la Società 2000 Watt.* 2010.
6. **Ufficio federale di statistica.** Censimento federale delle aziende (CA) 2008, Censimento federale delle aziende del settore primario (CAS1) 2008. Ufficio federale di statistica. *Sito web dell'Ufficio federale di statistica.* [Online] 2008. <http://www.bfs.admin.ch/>.
7. **Ufficio federale di statistica UST.** Registro federale degli edifici e delle abitazioni (REA). 2013.
8. **SIA.** *D 0236 SIA-Effizienzpfad Energie - Ergänzungen und Fallbeispiele zum Merkblatt SIA 2040.* Zürich : SIA, 2011.
9. **Bernasconi G. et al.** *Piano energetico cantonale, Scheda settoriale C.1.* Bellinzona : Dipartimento del territorio (DT), Dipartimento delle finanze e dell'economia (DFE), 2010.
10. **Sezione cantonale della circolazione.** Veicoli immatricolati a Minusio. 2013.
11. **Bundesamt für Statistik.** STAT-TAB: die interaktive Statistikdatenbank. www.bfs.admin.ch. [Online] 2012.
12. **Ufficio di statistica del Cantone Ticino.** *11 Mobilità e trasporti - Panorama.* s.l. : USTAT, 2013.
13. **Ufficio federale dello sviluppo territoriale ARE.** *ÖV-Güteklassen - Berechnungsmethodik ARE.* 2011.
14. —. Web-GIS ARE mit Güteklassen. [Online] <http://map.are.admin.ch>.
15. **SvizzeraEnergia per i Comuni, SIA, Città di Zurigo, UFE.** Società 2000 Watt, concetto di bilancio. s.l. : Ufficio federale dell'energia, 2012.
16. **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.
17. **Dipartimento dei territorio (DT).** *Mobilità nel Ticino.* Bellinzona : s.n., 2004.
18. *Dati - Statistiche e Società; Quanto calore consumano gli edifici residenziali in Ticino? Una stima dello stato attuale e del potenziale di riduzione.* **F. Cellina, L. Pampuri, M. Sormani.** s.l. : USTAT, 2012, Vol. A. XII, n. 2.
19. *SIA 380/1:2009 - L'energia termica nell'edilizia.* **Società svizzera degli ingegneri e degli architetti (SIA).** Zurigo : SIA, 2009.
20. **Agenzia svizzera per l'efficienza energetica S.A.F.E.** www.energybox.ch - Auswertung des Stromverbrauchs von 13'000 Haushalten. www.energieeffizienz.ch. [Online] 2007. <http://www.energieeffizienz.ch>.



21. **Comune di Minusio.** Ufficio tecnico > Energia. www.minusio.ch. [Online]
22. **Associazione svizzera dei professionisti dell'energia solare.** www.swissolar.ch. SWISSOLAR. [Online]
23. **Osservatorio ambientale della Svizzera italiana.** www.ti.ch/oasi. [Online] 2012.
24. **Ufficio federale dell'energia (UFE).** FAQ: come si procederà nel 2014 con la RIC? 20.11.2013. 32808.
25. **Ufficio federale dell'energia.** I piccoli impianti fotovoltaici potranno essere costruiti senza approvazione dei piani. www.bfe.admin.ch. [Online] 09. 10 2013.
26. **Dipartimento del territorio (DT) e Dipartimento delle finanze e dell'economia (DFE).** Messaggio 6773. Bellinzona : s.n., 09.04.2013.
27. **UACER.** *Incentivi solare termico erogati a Minusio.* 31.07.2013.
28. **SvizzeraEnergia per i Comuni.** Pianificazione energetica del territorio. www.cittadellenergia.ch. [Online] 2011.
29. **Suisse éole Vereinigung zur Förderung der Windenergie in der Schweiz.** www.wind-data.ch. *Die Webseite für die Windenergie-Daten der Schweiz.* [Online] 2011.
30. **Suisse éole.** www.wind-data.ch. www.suisse-eole.ch. [Online]
31. —. www.suisse-eole.ch. *Grobevaluation von Standorten für Windkraftanlagen.* [Online] 24. novembre 2011.
32. **Energia legno Svizzera.** www.energia-legno.ch. [Online]
33. **AELSI.** www.aelsi.ch. *Associazione per l'energia del legno della Svizzera italiana.* [Online]
34. **Sezione dello sviluppo territoriale.** *Piano direttore cantonale - Scheda di Piano direttore P9.* s.l. : Consiglio di Stato e Repubblica e Cantone Ticino, 2009.
35. **Bernasconi G. et al.** *Piano energetico cantonale, Scheda settoriale P.7.* Bellinzona : Dipartimento del territorio (DT), Dipartimento delle finanze e dell'economia (DFE), 2010.
36. **Glen Dimplex Deutschland GmbH.** Per un futuro senza gas e gasolio: con Dimplex si sfruttano le energie rinnovabili. Kulmbach : s.n.
37. **Ufficio federale dell'energia.** *Pompes à chaleur – Questions et réponses.* 2010.
38. **CIPAIS.** *Pannello di controllo sullo stato e l'evoluzione delle acque del Lago Maggiore.* 2010.
39. —. *Ricerche sull'evoluzione del Lago Maggiore.* 2007.
40. **Bundesamt für Energie.** *Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2012.* Bern : Bundesamt für Energie, 2013.
41. **SvizzeraEnergia.** www.svizzeraenergia.ch. [Online]
42. **PACER.** *Kleinwasserkraftwerken Wasserturbinen.*
43. **Ingegneria Maggia SA.** *Impianto Val Resa- Studio preliminare.* s.l. : Associazione Pro Minusio, 1998.
44. **Studio d'ingegneria Sciarini.** *Impianto di trattamento camera sorgenti Val Resa e serbatoio loco del Biatico - Progetto definitivo.* s.l. : AAP Minusio, 2005.
45. **Studio Ingegneria Sciarini.** *PGA - Situazione 2060 - Zona superiore.* 2010.



46. **Studio di ingegneria Sciarini.** *Nuovo serbatoio Zotte e pista di accesso - Domanda di costruzione.* s.l. : ACAP - Minusio, 2013.
47. **Biomasse suisse.** www.biomasseschweiz.ch. [Online]
48. **Ufficio tecnico comunale.** Statistica sui rifiuti. 2012.
49. **Azienda cantonale dei rifiuti.** www.aziendarifiuti.ch. [Online]
50. **Repubblica e Cantone Ticino.** Piano di gestione dei rifiuti (PGR) - Cap. G "Scarti vegetali". aggiornamento novembre 2013.
51. **Bernasconi G. et al.** *Piano energetico cantonale, Scheda settoriale P.8.* 2010.
52. *Gestione e servizi pubblici - Teleriscaldamento: un sistema di approvvigionamento energetico ottimale per i Comuni (rielaborazione Enermi Sagl).* **Associazione svizzera Infracatt.** 2012.
53. *Messaggio concernente il primo pacchetto di misure della Strategia energetica 2050 e l'iniziativa popolare "Per un abbandono pianificato dell'energia nucleare (Iniziativa per l'abbandono del nucleare)".* 14.09.2013.
54. **La Regione Ticino.** Nuovi residence per anziani. 06.12.2013.
55. **AIL.** <http://www.ail.ch/>. [Online] 2013. [Riportato: 27. 01 2014.]
56. **Bernasconi G. et al.** *Piano energetico cantonale, Rapporto di consultazione.* Bellinzona : Dipartimento del Territorio (DT), Dipartimento delle finanze e dell'economia (DFE), 2010.
57. **AELSI.** Teleriscaldamento in zona servita dal gas - Centrale di quartiere per gli edifici comunali Coldrerio. 2008.
58. **Bundesverband Wärmepumpe e.V.** Heizen und Kühlen mit Abwasser. *Ratgeber für Bauherren und Kommunen.* 2005.
59. **SvizzeraEnergia per i Comuni.** Direttive pianificazione energetica - Modulo 5.
60. **Kanton Zürich.** Heizen und Kühlen mit Abwasser. 2010.
61. **Minergie.** www.minergie.ch. [Online]
62. **S.A.F.E.** *Illuminazione stradale - Risanamento degli impianti.* s.l. : S.A.F.E., 2011.
63. **Società Elettrica Sopracenerina.** *Impianto d'illuminazione pubblica - Stato e risanamento, Città di Minusio.* 2012.
64. **Società elettrica Sopracenerina.** *Preventivo costo impianto - Schede.* 2012.
65. **Municipio Minusio.** MM N° 25/2013 concernente la richiesta di credito quadro di 500'00.-- per l'ammodernamento del parco illuminazione pubblica del Comune. 2013.
66. **S.A.F.E.** Bollettino di informazione di S.A.F.E. *Tabella dei potenziali di risparmio elettricità.* [Online] aprile 2011.
67. **Ferrovie Federali Svizzere.** La strategia energetica delle FFS. Factsheet. 2013.
68. **Ufficio federale di statistica UST.** *Registro federale degli edifici e delle abitazioni - Catalogo delle caratteristiche.* 2012.
69. **SvizzeraEnergia per i Comuni.** *EnerCoach.* [Utilizzo stagionale] 2012.
70. **AET, ENERTI.** Comunicato stampa. *La nuova strategia commerciale per le energia rinnovabili in Ticino.* Lugano : s.n., 2011.



71. **AIL.** Inaugurazione rete di teleriscaldamento Viganello. *Vi invitiamo a scoprire l'acqua calda.* 2013.
72. **Associazione professionale svizzera delle pompe di calore APP (rielaborazione Enermi Sagl).** www.gsp-si.ch. [Online]
73. **S.A.F.E.** www.topstreetlight.ch. [Online]
74. **PACER.** *Guida pratica per la realizzazione di piccole centrali idrauliche.*
75. **Ufficio federale dell'ambiente UFAM.** Dati idrologici. http://www.hydrodaten.admin.ch/it/index.html#aktuelle_situation_gewaesser. [Online]
76. **Erdgas Obersee.** Dreamteam Erdgas und Sonne - Wärme für Heizung und warmwasser klimafreundlich, effizient, logisch. www.erdgasobersee.ch. [Online]
77. **Ufficio federale dell'energia (UFE).** Comunicato stampa del 4 settembre 2013. *Il Consiglio federale adotta il messaggio concernente la Strategia energetica 2050.* 2013.
78. **Novatlantis, SIA, SvizzeraEnergia.** *Vivere più leggermente sulla strada verso un futuro energetico sostenibile - ad esempio la società 2000 watt.* 2011.