



*Corso di Laurea Magistrale in Pianificazione  
Territoriale, Urbanistica e Paesaggistico-  
Ambientale*

TESI DI LAUREA

La oil free zone e la comunità energetica del pinerolese.

Modelli di sviluppo sostenibile.

Studente:

Davide Colmo

Tutor relatore:

prof. Guglielmina Mutani

Anno Accademico:

2018/2019

## **Ringraziamenti**

Il risultato ottenuto è il frutto di mesi di lavoro ma anche della collaborazione di tante persone che fanno parte del gruppo di ricerca sulla comunità energetica. Un ringraziamento particolare va al professor Angelo Tartaglia, vera anima del progetto e alla relatrice prof. Guglielmina Mutani che mi ha suggerito importanti spunti di lavoro. Ringrazio per la fattiva collaborazione anche il dott. Daniele Bessone e il dott. Edoardo Trucato dell’Acea Pinerolese.

Infine un pensiero va alla famiglia che mi ha supportato e sopportato in questi anni di studi.

## **Abstract (Italiano)**

La tesi nella prima parte pone attenzione al contesto politico e normativo nel quale il progetto di comunità energetica del pinerolese è inserito. Vengono individuati i riferimenti legislativi di livello europeo e nazionale oltre al quelli di livello regionale; dopo un breve excursus relativo ad alcuni casi di comunità energetica in Europa ed Italia individuando le principali barriere che le caratterizzano si fa riferimento al Protocollo di Intesa della “Oil Free Zone Territorio Sostenibile” che sancisce la volontà della politica locale di avviare un percorso virtuoso che porti il territorio a fare a meno dell’uso dei combustibili fossili attraverso il fondamentale mezzo della comunità energetica. Nella seconda parte dopo aver esplicitato il metodo di lavoro vengono raccolti e in parte modellizzati i consumi e le produzioni attuali di energia elettrica e termica da fonti energetiche rinnovabili del territorio analizzato. Vengono infine valutate le potenzialità del territorio per quanto riguarda la produzione di energia da fonti rinnovabili basandosi su appositi modelli. Vengono infine valutate le barriere e i vincoli presenti nel territorio analizzato di cui occorre tenere conto per lo sviluppo futuro delle fonti rinnovabili. La terza parte, basandosi sui dati raccolti e modellizzati nella sezione precedente e sulla norma regionale che regola le comunità energetiche individua una serie di scenari che potranno caratterizzare la nascente comunità energetica del pinerolese.

## **Abstract (English)**

The thesis in the first part is focused on the political and regulatory context in which the project of Pinerolo energy community is inserted. The legislative references of European and national level are identified in addition to those of the regional level; in addition a brief excursus concerning some cases of energy communities in Europe and Italy has been done with the aim to identify the main barriers that characterize them. The last point refers to the "Protocollo d'Intesa" of the "Oil Free Zone Territorio Sostenibile" which establishes the will of local politics to start a virtuous path that bring the territory to do without the use of fossil fuels through the fundamental means of the energy community. In the second part, after explaining the working method, current consumption of electricity and thermal energy from renewable energy sources in the analyzed area is collected and partly modelled. Finally, the potential of the territory is assessed with regard to the production of energy from renewable sources based on specific models. Finally, the barriers and constraints present in the analysed territory, which must be taken into account for the future development of renewable sources, are evaluated. The third part, based on the data collected and modelled in the previous section and on the regional law that regulates the energy communities, identifies a series of scenarios that will characterize the nascent Pinerolo energy community.

## **INDICE**

<b>Introduzione</b>	pag. 7
<b>1. Il contesto di riferimento politico e normativo</b>	pag. 8
1.1 L'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile 7 – Energia Pulita e Accessibile	pag. 8
1.2 Il quadro normativo	pag. 16
1.2.1 La direttiva UE 2018/2001 e le comunità energetiche	pag. 16
1.2.2 Legge Nazionale n.221/2015 - “Oil free zone”	pag. 19
1.2.3 Legge Regionale n.12 del 03/08/2018	pag. 20
1.2.4 Delibera della Giunta Regionale n.18-8520/2019	pag. 21
1.3 Le comunità energetiche esistenti	pag. 23
1.3.1 Esempi di comunità energetiche in Europa	pag. 23
1.3.2 Esempi di comunità energetiche in Italia	pag. 27
1.3.3 Barriere e opportunità per le comunità energetiche rinnovabili	pag. 30
1.4 La “Oil free zone territorio sostenibile” <i>Il protocollo di intesa come atto di volontà politica del territorio</i>	pag.35
<b>2. Studi preliminari per la comunità energetica del Pinerolese</b>	pag. 37
2.1 La metodologia di lavoro	pag.37
2.2 Inquadramento del territorio in analisi	pag. 38
2.3 Il fabbisogno di energia nel pinerolese	pag. 48
2.3.1 Fabbisogno elettrico	pag. 48
2.3.2 Fabbisogno termico	pag. 71
2.4 L'energia prodotta da fonti rinnovabili nel territorio Pinerolese	pag. 79
2.4.1 Energia elettrica	pag. 79
2.4.2 Energia termica	pag. 95
2.5 L'energia potenzialmente producibile da fonti rinnovabili nel Pinerolese	pag. 100
2.5.1 Energia producibile da biomassa forestale	pag. 101
2.5.2 Energia producibile da biomassa agricola	pag. 126
2.5.3 Energia producibile con il vento	pag. 132
2.5.4 Energia producibile dal sole	pag. 140
2.5.5 Energia producibile da rifiuti	pag. 146
2.6 L'energia producibile complessivamente e il confronto con quella attualmente prodotta	pag. 148
2.7 Barriere e opportunità per la comunità energetica del Pinerolese	pag. 152
2.7.1 Limiti/barriere allo sviluppo delle fonti rinnovabili nel territorio in analisi	pag. 152
2.7.2 Limiti/barriere allo sviluppo della comunità energetica	pag. 166

<b>3. Scenari di fattibilità della comunità energetica del Pinerolese</b>	pag. 167
3.1 Tre scenari di fattibilità	pag. 167
3.1.1 Scenario 1	pag. 167
3.1.2 Scenario 2	pag. 180
3.1.3 Scenario 3	pag. 191
<b>Conclusioni</b>	pag. 197
<b>Bibliografia e sitografia</b>	pag. 198

## **Introduzione**

### **La Oil Free Zone Territorio Sostenibile e la comunità energetica del Pinerolese: un progetto di sviluppo sostenibile del territorio.**

La tesi si inserisce nel processo di trasformazione che il territorio pinerolese sta affrontando. Si tratta di un territorio storicamente periferico e più distaccato rispetto all'area metropolitana di Torino pur condividendo con essa molte relazioni. Molte sono le industrie presenti nel pinerolese legate all'automotive che mantengono quella tradizione produttiva propria del torinese e di rilievo è anche l'eredità olimpica che ricorda l'evento sportivo realizzato insieme alla città di Torino. Il pinerolese sta affrontando da qualche anno un periodo di crisi che riguarda in particolare il settore secondario e sta cercando un nuovo orientamento non più monodirezionale ma che punti sulla valorizzazione delle tipicità locali, sul turismo, sull'innovazione e sulla sostenibilità ambientale. Su una di queste direzioni ovvero quella della sostenibilità ambientale si concentra il lavoro di tesi che non consiste in un puro esercizio accademico ma risponde ad un preciso progetto della politica locale che lo scorso mese di aprile ha fondato la prima oil free zone italiana ovvero un'area territoriale nella quale si prevede la progressiva sostituzione del petrolio e dei suoi derivati con energie prodotte da fonti rinnovabili. Questo passaggio fondamentale è solo il punto di partenza di un lungo processo che il territorio si prepara ad affrontare con la consapevolezza di possedere un certo know how nel settore delle energie rinnovabili acquisito dall'azienda municipalizzata Acea Pinerolese Industriale S.P.A. che già da un decennio ha dato vita a numerose sperimentazioni nel campo delle rinnovabili riuscendo a trasformare i rifiuti organici in energia elettrica, termica e biometano. Il lavoro di tesi ha l'obiettivo di individuare degli scenari di fattibilità della futura comunità energetica che sarà il mezzo fondamentale per riuscire a liberare il pinerolese dall'uso del petrolio. La tesi si è quindi concentrata sull'analisi degli attuali consumi e produzioni locali di energia ma non si è limitata a questo calcolando l'energia che potenzialmente potrà essere prodotta nel territorio in analisi individuando quelle risorse oggi inutilizzate. Ciò ha permesso di individuare scenari futuri verso i quali la comunità energetica potrà puntare nei prossimi anni riducendo sempre di più l'uso dei combustibili fossili e sfruttando pienamente le fonti rinnovabili disponibili localmente.

## 1. Il contesto di riferimento politico e normativo

### 1.1 L'obiettivo di sviluppo sostenibile 7 – Energia Pulita e Accessibile

I progetti di “Oil Free Zone” e “comunità energetica” vanno inquadrati nel contesto degli “Obiettivi di Sviluppo Sostenibile”, *Sustainable Development Goals* o *SDG* [1], che sono 17 obiettivi scelti dall'Organizzazione delle Nazioni Unite nel 2015 e promossi come obiettivi globali di sviluppo sostenibile validi per il periodo 2015-2030.

Gli obiettivi di sviluppo sostenibile, anche conosciuti in breve come Agenda 2030, sono un invito all'azione di tutti i paesi - poveri, ricchi e a medio reddito - per promuovere la prosperità e proteggere il pianeta. Essi riconoscono che porre fine alla povertà deve andare di pari passo con strategie che costruiscono la crescita economica e affrontano una serie di bisogni sociali, tra cui istruzione, salute, protezione sociale e opportunità di lavoro, affrontando al contempo i cambiamenti climatici e la protezione ambientale.

Questi obiettivi vengono costantemente monitorati a livello globale attraverso un set di indicatori.

Tra i 17, l'obiettivo di sviluppo sostenibile 7 – energia pulita e accessibile [2] è quello che più direttamente riguarda i progetti in fase di sviluppo nel territorio pinerolese.

L'energia è centrale in quasi tutte le principali sfide e opportunità che il mondo deve affrontare oggi. Sia per l'occupazione, la sicurezza, i cambiamenti climatici, la produzione alimentare o l'aumento dei redditi, l'accesso all'energia per tutti è essenziale. Lavorare su questo obiettivo è particolarmente importante in quanto si intreccia con altri obiettivi di sviluppo sostenibile. Concentrarsi sull'accesso universale all'energia, una maggiore efficienza energetica e un maggiore uso di energia rinnovabile attraverso nuove opportunità economiche e di lavoro è fondamentale per creare comunità più sostenibili e inclusive e resilienza alle questioni ambientali come i cambiamenti climatici. Fortunatamente, negli ultimi dieci anni sono stati compiuti progressi per quanto riguarda l'uso di elettricità rinnovabile da acqua, energia solare ed eolica e anche il rapporto dell'energia utilizzata per unità di PIL è in diminuzione. Tuttavia, la sfida è lungi dall'essere risolta e occorre un maggiore accesso al combustibile pulito e alla tecnologia e occorre compiere ulteriori progressi per quanto riguarda l'integrazione delle energie rinnovabili nelle applicazioni di uso finale negli edifici, nei trasporti e nell'industria. Anche gli investimenti pubblici e privati nell'energia devono essere aumentati e occorre concentrarsi maggiormente su quadri normativi e modelli di business innovativi per trasformare i sistemi energetici mondiali.

I progetti di “Oil Free Zone” e “Comunità energetica” vanno proprio in queste direzioni e per comprendere meglio quali sono i punti di forza su cui tali progetti dovranno puntare e i punti deboli da contrastare si è deciso di analizzare la situazione energetica del nostro paese mettendola a confronto con altri paesi europei avvalendosi della banca dati Eurostat che ha sviluppato una serie di indicatori legati ad ognuno dei 17 obiettivi di sviluppo sostenibile e quindi anche al settimo obiettivo che si è deciso di approfondire.

Si è deciso di confrontare il nostro paese con altri cinque stati europei ovvero, Danimarca, Regno Unito, Belgio, Germania e Spagna. Questi paesi sono stati scelti in quanto alcuni appartenenti al territorio del Nord Europa (Danimarca, Regno Unito e Belgio), altri in quanto paesi mediterranei (Spagna ed Italia) e infine si è deciso di includere la Germania in quanto prima potenza economico-industriale del continente europeo.

L'obiettivo di sviluppo sostenibile 7 - Energia pulita e accessibile viene descritto da sette indicatori che sono:

- consumi primari di energia;
- consumi finali di energia;
- produttività energetica;
- quota di energia rinnovabile nel consumo finale lordo di energia per settore;
- dipendenza dalle importazioni di energia;
- intensità delle emissioni di gas serra del consumo di energia;
- popolazione non in grado di mantenere la propria casa adeguatamente riscaldata a causa dello stato di povertà.

### Consumi primari di energia

L'indicatore misura il fabbisogno energetico totale di un paese escludendo l'utilizzo non energetico di vettori energetici (ad esempio gas naturale utilizzato non per la combustione ma per la produzione di sostanze chimiche). L'indicatore individua quanta energia è messa a disposizione di un Paese o per essere consumata direttamente (ad esempio l'energia elettrica importata o prodotta dalle centrali idroelettriche), o per essere trasformata in prodotti derivati da mandare successivamente al mercato del consumo finale (ad esempio il petrolio, che va poi alle raffinerie per essere trasformato in benzina e gasolio), o, infine, per essere trasformata in energia elettrica (il carbone, il gas e il petrolio utilizzati dalle centrali termoelettriche per produrre elettricità). Per poter confrontare i dati dei diversi paesi l'indicatore è espresso sotto forma di indice a base fissa individuata pari a 100 nell'anno 2005.

Osservando la serie di dati sotto riportati nel grafico si nota una generale diminuzione dei consumi che riguarda tutti i paesi analizzati ad eccezione della Spagna che è caratterizzata da un aumento. Al 2017 (dato più recente a disposizione) i valori più elevati caratterizzavano il Belgio e la Germania mentre i più bassi erano quelli di Italia e Regno Unito.

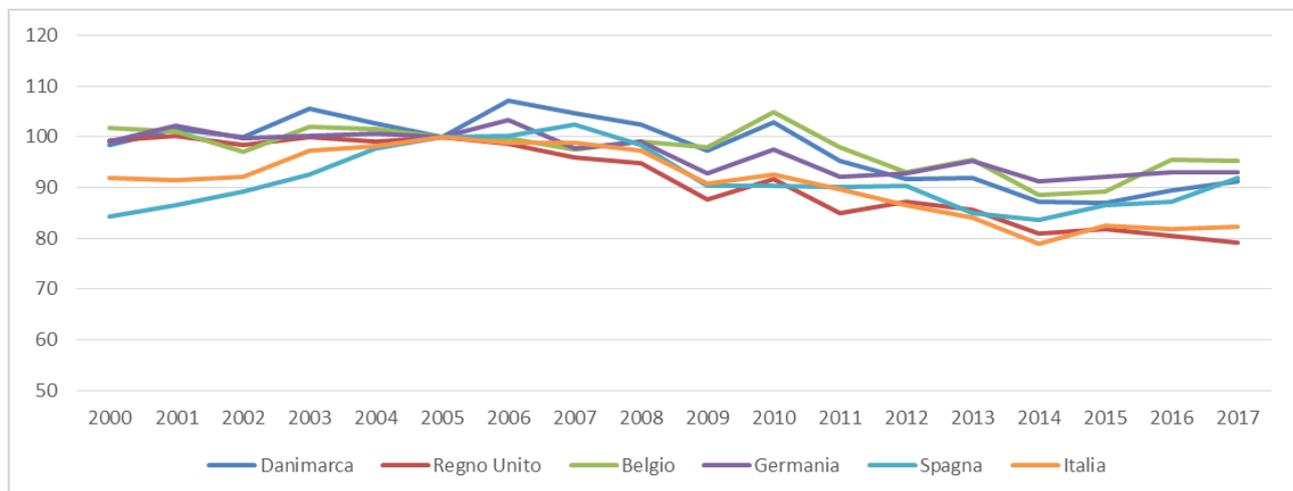


Immagine 1 – Consumi primari di energia (Elaborazione propria su dati Eurostat)

### Consumi finali di energia

L'indicatore misura l'uso finale di energia da parte di famiglie e imprese in un paese escludendo l'uso non energetico di vettori energetici (ad esempio gas naturale utilizzato non per la combustione ma per

la produzione di sostanze chimiche). Rispetto ai consumi primari cambia la quantità di energia disponibile infatti, le quantità destinabili effettivamente agli usi finali sono inferiori alla disponibilità di energia primaria, poiché i processi di trasformazione comportano dei consumi e delle perdite. Per poter confrontare i dati dei diversi paesi l'indicatore è espresso sotto forma di indice a base fissa individuata pari a 100 nell'anno 2005.

Osservando la serie di dati sotto riportati nel grafico si nota una generale diminuzione dei consumi che riguarda tutti i paesi analizzati nuovamente ad eccezione della Spagna che è caratterizzata da un aumento. Al 2017 (dato più recente a disposizione) i valori più elevati caratterizzavano il Belgio e la Germania confermando il dato elevato di consumi primari mentre i più bassi erano quelli di Italia e Regno Unito che anche in questo caso confermano l'andamento di consumi primari; dato anomalo è quello della Spagna che è caratterizzata da elevati consumi primari ma bassi consumi finali, ciò probabilmente è dovuto a elevati consumi e perdite nei processi di trasformazione dell'energia.

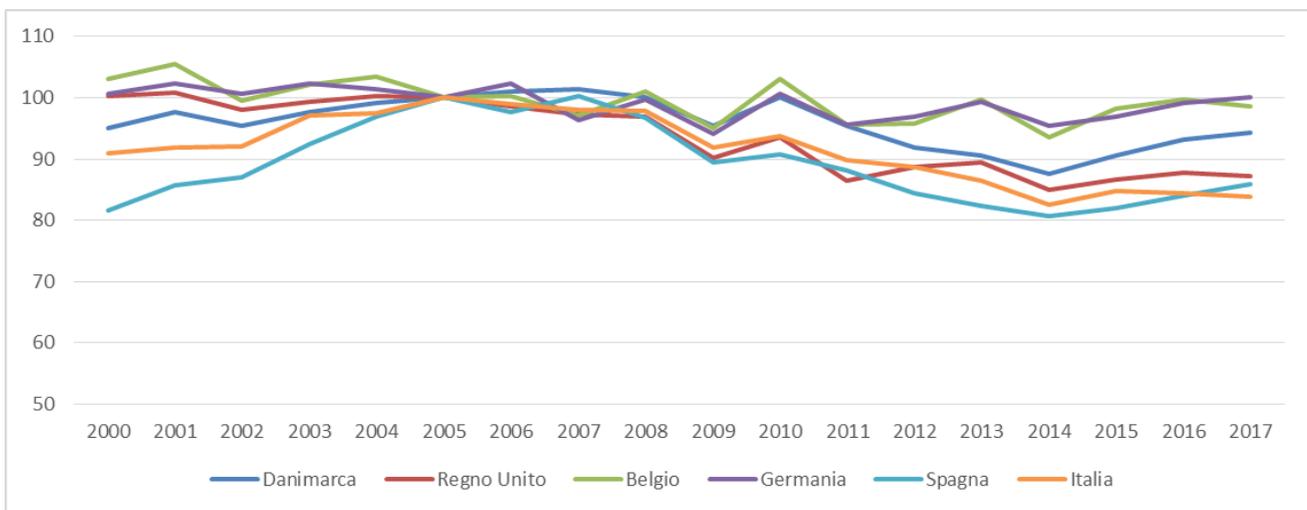


Immagine 2 – Consumi finali di energia (Elaborazione propria su dati Eurostat)

### Produttività energetica

L'indicatore misura la quantità di produzione economica prodotta per unità di energia disponibile lorda. L'energia lorda disponibile rappresenta la quantità di prodotti energetici necessaria per soddisfare tutta la domanda di beni nella zona geografica in esame.

La produttività energetica per poter essere confrontata tra diversi stati viene espressa in Standard di potere d'acquisto SPA (ingl. *purchasing power standard-PPS*) per chilogrammo di olio equivalente che corrisponde all'energia approssimativa rilasciata dalla combustione di un kg di petrolio. Lo standard di potere d'acquisto è, invece, una moneta fittizia, elaborata dall'Eurostat come unità artificiale di misura. È utilizzata per attenuare le differenze di potere d'acquisto tra due Paesi con differenti livelli di prezzi e cioè per rendere i prezzi di prodotti e servizi comparabili nei vari Paesi e riflettere livelli di vita il più possibile reali. I dati espressi in SPA sono derivati dai dati in moneta nazionale ai quali sono applicate le parità di potere d'acquisto.

Osservando il grafico di seguito riportato si nota un generale miglioramento della produttività energetica in tutti i paesi analizzati, i valori più elevati sono quelli di Danimarca, Regno Unito ed Italia, il valore più basso è invece quello del Belgio.

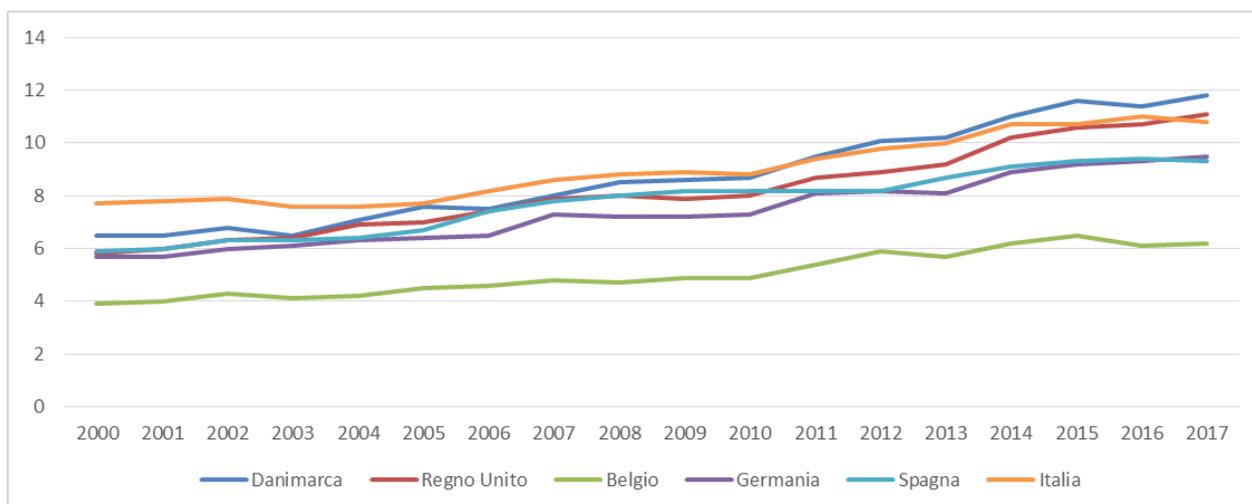


Immagine 3 – Produttività energetica (Elaborazione propria su dati Eurostat)

### Quota di energia rinnovabile nel consumo finale lordo di energia per settore

Questo indicatore misura la quota di consumo di energia rinnovabile nel consumo finale lordo di energia. Il consumo energetico finale lordo è l'energia utilizzata dai consumatori finali (consumo finale di energia) più le perdite di rete e l'autoconsumo delle centrali elettriche.

L'indicatore è espresso in quattro modalità:

- quota di consumo di energia rinnovabile sul totale dei settori

Osservando il grafico sotto riportato si può notare come la percentuale di energia rinnovabile consumata nei vari paesi analizzati risulti in aumento nel periodo 2004-2017, il paese che è caratterizzato dalla migliore performance è la Danimarca che ha raggiunto nel 2017 una percentuale pari al 36%; Regno Unito e Belgio sono invece i paesi con la minor quota di consumo di energia rinnovabile caratterizzate entrambe da una percentuale pari a circa il 10%.

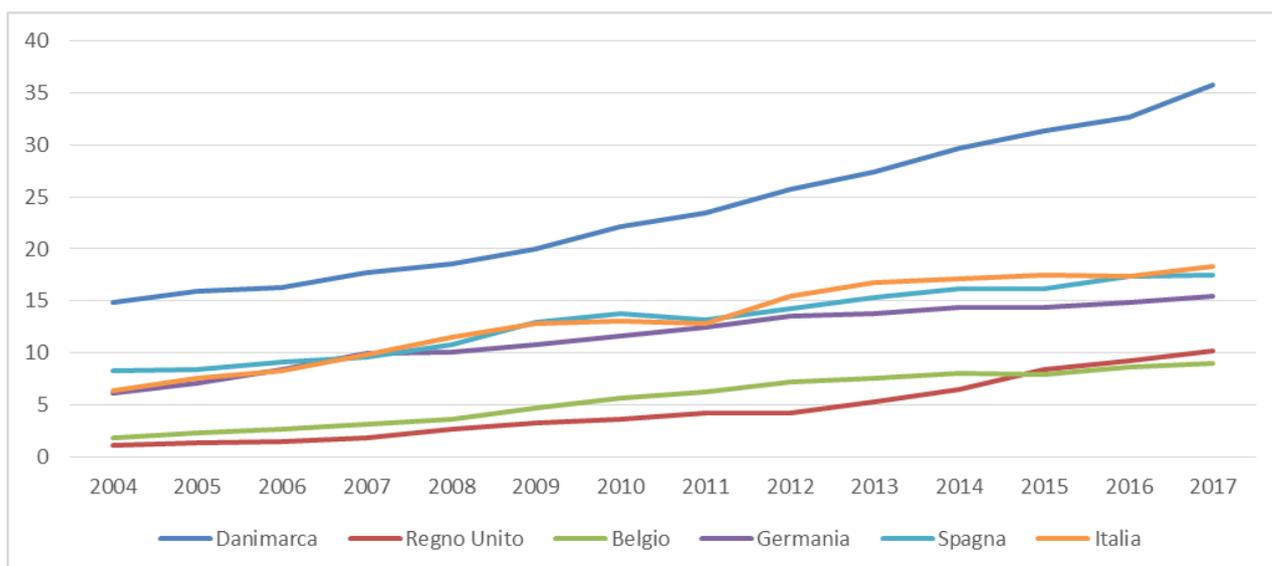


Immagine 4 – Energia rinnovabile sul totale (Elaborazione propria su dati Eurostat)

- quota di consumo di energia rinnovabile nel settore trasporti

Il grafico sotto riportato mostra come la percentuale di energia rinnovabile nel settore trasporti è anch'essa aumentata rimanendo però molto bassa con una quota in tutti i paesi analizzati appena pari a circa il 6 % sul totale dei consumi in questo settore. Appare evidente che nei prossimi anni la priorità sarà quella di rendere più sostenibile tale settore investendo sulla produzione di biocarburanti e sulla mobilità ibrida/elettrica.

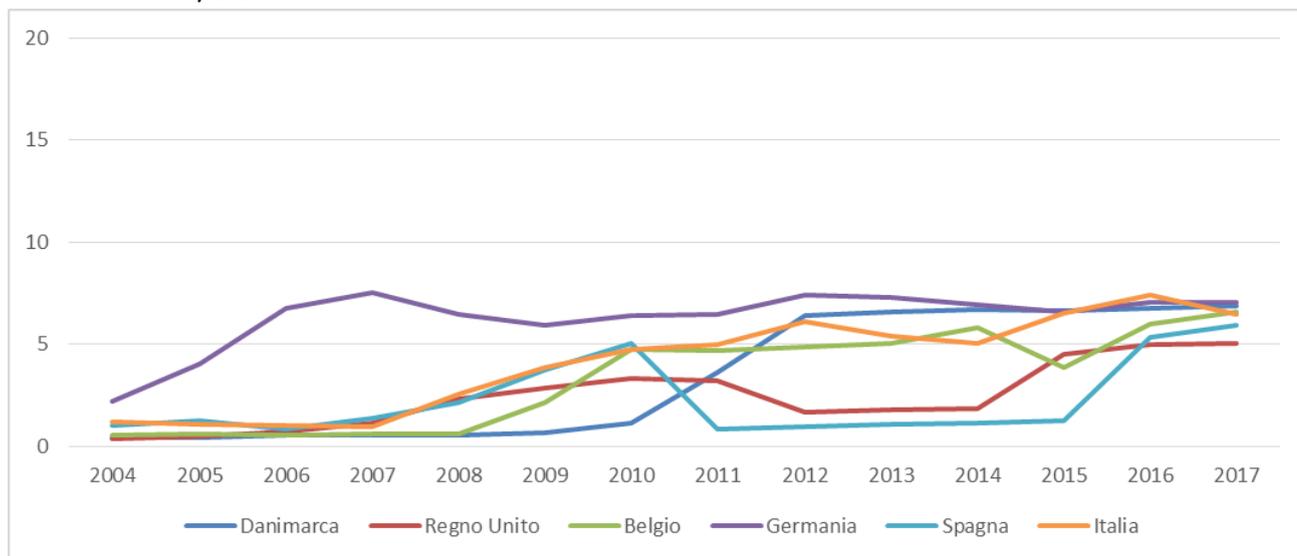


Immagine 5 – Energia rinnovabile nel settore trasporti (Elaborazione propria su dati Eurostat)

- quota di consumo di energia rinnovabile nel settore elettricità

Il grafico mostra un generale aumento della percentuale di consumo di energia rinnovabile nel settore elettricità che riguarda tutti i paesi analizzati; la Danimarca si distingue nuovamente per l'ottima performance raggiungendo nel 2017 una quota pari a circa il 60%, tutti gli altri Stati hanno raggiunto una quota intorno al 30% ad eccezione del Belgio che ancora una volta è caratterizzato dalla performance peggiore con una quota al 2017 del 17%.

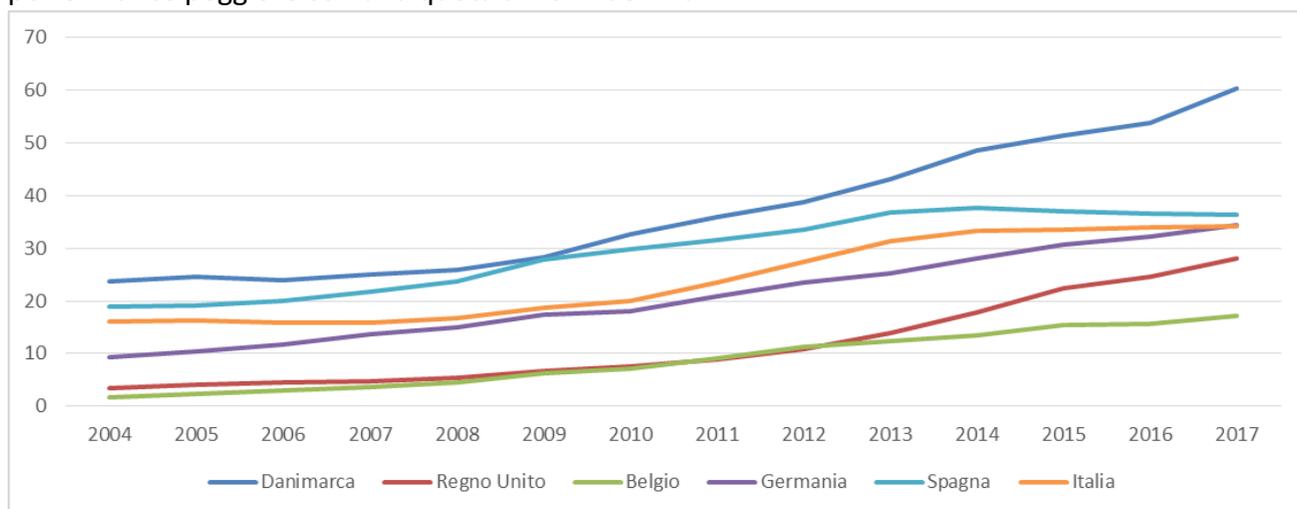
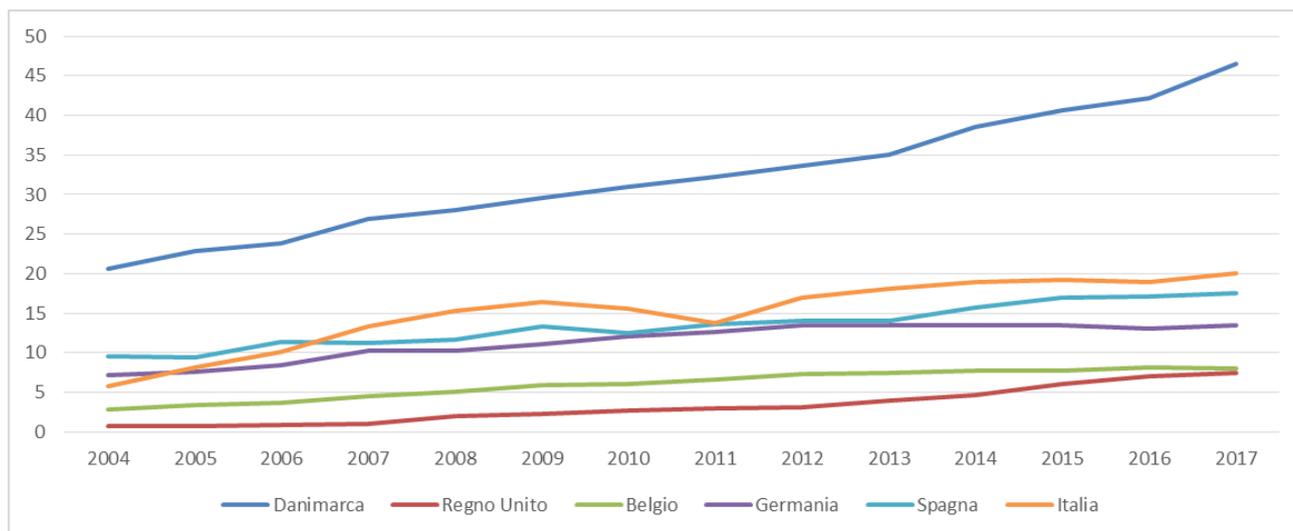


Immagine 6 – Energia rinnovabile nel settore elettricità (Elaborazione propria su dati Eurostat)

- quota di consumo di energia rinnovabile nel settore riscaldamento e raffrescamento

Il grafico mostra un generale aumento della percentuale di consumo di energia rinnovabile nel settore riscaldamento e raffrescamento che riguarda tutti i paesi analizzati; la Danimarca si distingue nuovamente per l'ottima performance raggiungendo nel 2017 una quota pari a circa il 47%, seguono Italia e Spagna che hanno raggiunto una quota intorno al 20 %; in coda troviamo Belgio e Regno Unito con una quota al 2017 intorno all'8%.



*Immagine 7– Energia rinnovabile nel settore riscaldamento e raffrescamento  
(Elaborazione propria su dati Eurostat)*

### *Dipendenza dalle importazioni di energia*

L'indicatore mostra la quota del fabbisogno energetico totale di un paese soddisfatto dalle importazioni da altri paesi. È calcolato come importazioni nette (importazioni - esportazioni) diviso l'energia disponibile lorda.

Osservando il grafico sotto riportato è interessante notare l'andamento di due paesi ovvero Danimarca e Regno Unito per i quali negli anni 2000 l'indicatore aveva segno negativo, ciò significa che la quota di energia esportata era maggiore rispetto a quella importata, questo trend si è poi invertito già dal 2004 per il Regno Unito e solo dal 2013 per la Danimarca arrivando ad una dipendenza dalle importazioni nel 2017 del 35% per il primo e del 11% per il secondo paese. Gli altri paesi considerati hanno visto una diminuzione dei valori dell'indicatore ad eccezione della Germania che ha visto un leggero aumento dell'indicatore passando dal 59% del 2000 al 64% del 2017. L'Italia seppur diminuendo la percentuale tra il 2000 e il 2017 rimane il paese con il più alto valore (circa 77%) di dipendenza dalle importazioni di energia il che suggerisce che bisogna continuare ad incrementare la quota di energia prodotta sul territorio nazionale.

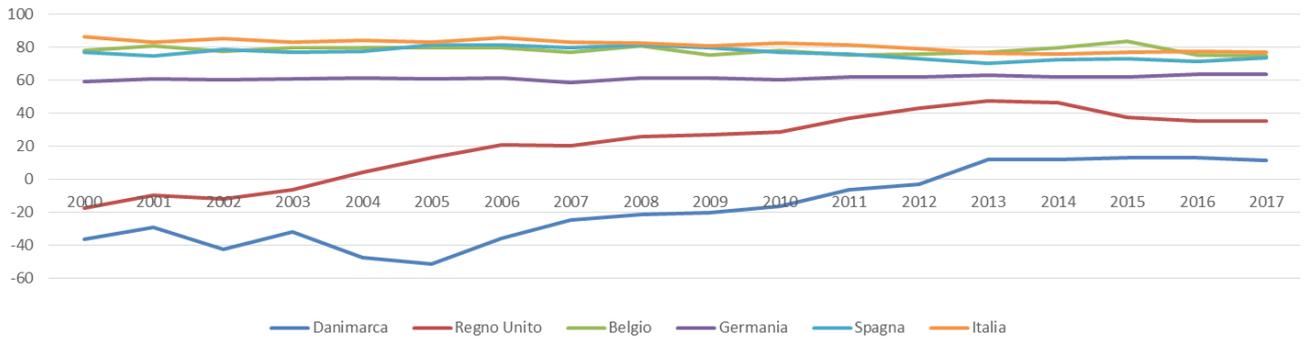


Immagine 8 – Dipendenza dalle importazioni di energia (Elaborazione propria su dati Eurostat)

### Intensità delle emissioni di gas serra del consumo di energia

L'indicatore è calcolato come rapporto tra le emissioni di GHG legate all'energia e il consumo interno lordo di energia. Esprime quante tonnellate di CO2 equivalenti di gas a effetto serra sono emesse in una certa economia per unità di energia che viene consumata. Per poter confrontare i dati dei diversi paesi l'indicatore è espresso sotto forma di indice a base fissa individuata pari a 100 nell'anno 2000.

Osservando il grafico sotto riportato si nota una generale diminuzione delle emissioni di gas serra derivanti dal consumo di energia per tutti gli stati considerati. La Danimarca ancora una volta è caratterizzata dalla performance migliore che si spiega confrontandolo con il dato prima riportato relativo alla percentuale di energia rinnovabile consumata dove la Danimarca raggiungeva la percentuale più elevata pari al 36%; è infatti risaputo che l'energia rinnovabile non emette gas serra nell'ambiente. Tutti gli altri stati sono caratterizzati da una diminuzione simile ad eccezione della Germania che è caratterizzata dalla performance peggiore.

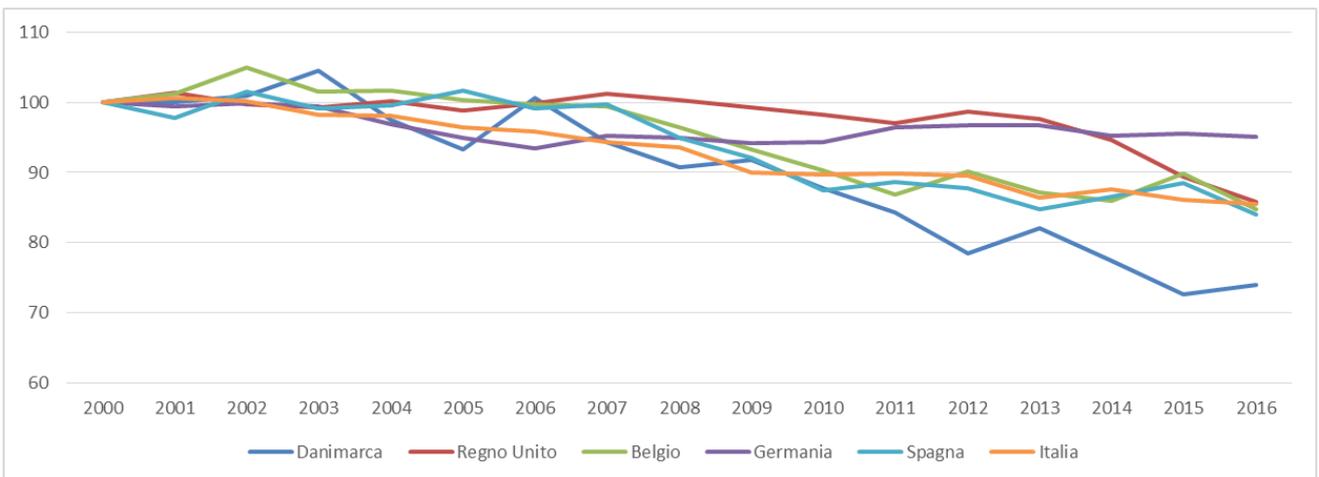
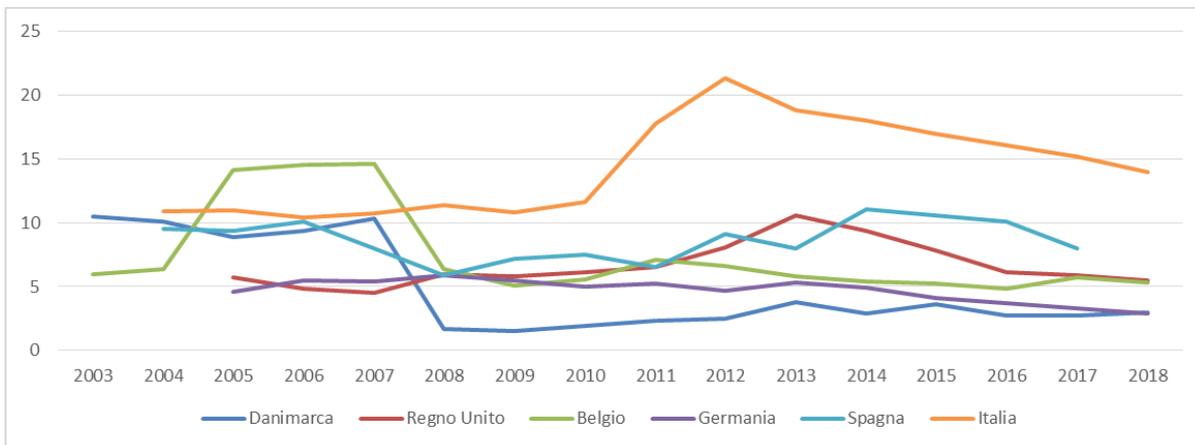


Immagine 9 – Emissioni di gas serra rapportate al consumo di energia (Elaborazione propria su dati Eurostat)

### *Popolazione non in grado di mantenere la propria casa adeguatamente riscaldata a causa dello stato di povertà*

L'indicatore misura la percentuale di popolazione che non è in grado di mantenere la propria casa adeguatamente calda. I dati per questo indicatore sono raccolti nell'ambito delle statistiche dell'Unione europea sul reddito e sulle condizioni di vita (EU-SILC) per monitorare lo sviluppo della povertà e dell'inclusione sociale nell'UE.

Osservando il grafico riportato di seguito si nota che la percentuale di popolazione che non risulta in grado di mantenere la propria casa adeguatamente calda tende a diminuire in tutti i paesi presi in considerazione a parte che in Italia dove questa percentuale aumenta passando dall'11% del 2004 al 14% del 2018; questo dato deve farci riflettere e deriva non solo da un problema di aumento di persone che vivono in povertà assoluta nel nostro paese ma anche dal costo troppo alto dell'energia che dipende anche dall'elevata percentuale di dipendenza dalle importazioni di energia. Occorre quindi lavorare per ottenere energia a basso costo che possa così soddisfare le esigenze anche delle fasce più povere della popolazione.



*Immagine 10 – Popolazione che non riscalda adeguatamente la propria casa a causa dello stato di povertà  
(Elaborazione propria su dati Eurostat)*

## 1.2 Il quadro normativo

In questo capitolo l'obiettivo è valutare l'attuale contesto normativo entro il quale il progetto di comunità energetica è inserito. A livello europeo nel 2018 è stata emanata la Direttiva 2018/2001 "sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili"; due articoli della stessa riguardano il tema oggetto di studio ovvero l'Art. 21 "Autoconsumatori di energia da fonti rinnovabili" e l'Art. 22 "Comunità di energia rinnovabile". In attesa del recepimento della suddetta direttiva da parte dello stato italiano che dovrà comunque avvenire entro dicembre 2020 a livello nazionale il riferimento legislativo è invece la legge Nazionale 221/2015 "Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali" che all'art. 71 istituisce le "Oil free zone". A livello regionale la Regione Piemonte con la Legge regionale n.12 del 03/08/2018 "Promozione dell'istituzione delle comunità energetiche" è stata la prima in Italia ad emanare una legge che istituisce le comunità energetiche a cui è seguita la Delibera della Giunta Regionale n.18-8520/2019 che è il regolamento attuativo della legge prima citata.

### 1.2.1 La Direttiva UE 2018/2001 [3] e le comunità energetiche

Nell'art. 1 della Direttiva è individuato l'oggetto del testo di legge che viene ben riassunto dalla prima frase dell'articolo: *"La presente direttiva stabilisce un quadro comune per la promozione dell'energia da fonti rinnovabili."* Lo stesso articolo entra più nello specifico dei temi affrontati dalla direttiva che *"Detta anche norme relative al sostegno finanziario per l'energia elettrica da fonti rinnovabili, all'autoconsumo di tale energia elettrica, all'uso di energia da fonti rinnovabili nel settore del riscaldamento e raffrescamento e nel settore dei trasporti, alla cooperazione regionale tra gli Stati membri e tra gli Stati membri e i paesi terzi, alle garanzie di origine, alle procedure amministrative e all'informazione e alla formazione."* Infine, l'ultima parte dell'articolo si concentra su obiettivi e criteri che vengono stabiliti dal testo normativo *"Essa fissa un obiettivo vincolante dell'Unione per la quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia dell'Unione nel 2030. Fissa altresì criteri di sostenibilità e di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra per i biocarburanti, i bioliquidi e i combustibili da biomassa"*.

L'art. 2 individua alcune definizioni tra le quali alcune di interesse per il tema affrontato.

Nel comma 14 viene data una definizione di autoconsumatore di energia rinnovabile ovvero *"un cliente finale che, operando in propri siti situati entro confini definiti o, se consentito da uno Stato membro, in altri siti, produce energia elettrica rinnovabile per il proprio consumo e può immagazzinare o vendere energia elettrica rinnovabile autoprodotta purché, per un autoconsumatore di energia rinnovabile diverso dai nuclei familiari, tali attività non costituiscano l'attività commerciale o professionale principale"*. Tale definizione oltre ad individuare chiaramente chi è un autoconsumatore di energia fissa un principio importante: l'attività di autoconsumatore di energia non deve costituire l'attività principale dello stesso.

Nel comma 15 viene invece introdotta una nuova forma di autoconsumatore ovvero gli *"autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente"* che sono definiti come *"gruppo di almeno due autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente ai sensi del punto 14) e si trovano nello stesso edificio o condominio"*.

E' il comma 16 che individua una definizione di "comunità di energia rinnovabile" ovvero "soggetto giuridico":

*"a) che, conformemente al diritto nazionale applicabile, si basa sulla partecipazione aperta e volontaria, è autonomo ed è effettivamente controllato da azionisti o membri che sono situati nelle vicinanze degli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili che appartengono e sono sviluppati dal soggetto giuridico in questione;"*

*"b) i cui azionisti o membri sono persone fisiche, PMI o autorità locali, comprese le amministrazioni comunali;"*

*"c) il cui obiettivo principale è fornire benefici ambientali, economici o sociali a livello di comunità ai suoi azionisti o membri o alle aree locali in cui opera, piuttosto che profitti finanziari."*

Questa definizione permette di comprendere cosa si intende per comunità energetica rinnovabile sottolineando che questa deve essere un soggetto giuridico autonomo e la varietà dei membri che possono farne parte; in ultimo l'obiettivo principale che non è il profitto ma la produzione di benefici per le aree in cui opera.

L'art. 22 "Comunità di energia rinnovabile" affronta più nello specifico il tema delle comunità di energia rinnovabile.

Il comma 1 indica che *"Gli Stati membri assicurano che i clienti finali, in particolare i clienti domestici, abbiano il diritto di partecipare a comunità di energia rinnovabile, mantenendo al contempo i loro diritti o doveri in qualità di clienti finali e senza essere soggetti a condizioni o procedure ingiustificate o discriminatorie che ne impedirebbero la partecipazione a una comunità di energia rinnovabile, a condizione che, per quanto riguarda le imprese private, la loro partecipazione non costituisca l'attività commerciale o professionale principale."* Questo comma intende tutelare i clienti domestici consumatori e sottolinea che la partecipazione delle imprese private non deve costituirne l'attività principale.

Il comma 2 recita: *"Gli Stati membri assicurano che le comunità di energia rinnovabile abbiano il diritto di"*:

*"a) produrre, consumare, immagazzinare e vendere l'energia rinnovabile, anche tramite accordi di compravendita di energia elettrica rinnovabile;"*

*"b) scambiare, all'interno della stessa comunità, l'energia rinnovabile prodotta dalle unità di produzione detenute da tale comunità produttrice/consumatrice di energia rinnovabile, fatti salvi gli altri requisiti di cui al presente articolo e il mantenimento dei diritti e degli obblighi dei membri della comunità produttrice/consumatrice di energia rinnovabile come clienti;"*

*"c) accedere a tutti i mercati dell'energia elettrica appropriati, direttamente o mediante aggregazione, in modo non discriminatorio."*

Il comma appena riportato indica i diritti che devono essere riconosciuti alle comunità energetiche assegnandogli la stessa dignità degli altri operatori economici presenti nel mercato dell'energia.

Il comma 3 indica che: *"Gli Stati membri procedono a una valutazione degli ostacoli esistenti e del potenziale di sviluppo delle comunità di energia rinnovabile nei rispettivi territori"*.

Il comma 4 recita: *"Gli Stati membri forniscono un quadro di sostegno atto a promuovere e agevolare lo sviluppo delle comunità di energia rinnovabile. Tale quadro garantisce, tra l'altro, che:"*

*"a) siano eliminati gli ostacoli normativi e amministrativi ingiustificati per le comunità di energia rinnovabile;"*

*"b) le comunità di energia rinnovabile che forniscono energia o servizi di aggregazione, o altri servizi energetici commerciali siano soggette alle disposizioni applicabili a tali attività;"*

*“c) il gestore del sistema di distribuzione competente cooperi con le comunità di energia rinnovabile per facilitare i trasferimenti di energia all'interno delle comunità di energia rinnovabile;”*

*“d) le comunità di energia rinnovabile siano soggette a procedure eque, proporzionate e trasparenti, in particolare quelle di registrazione e di concessione di licenze, e a oneri di rete che tengano conto dei costi, nonché ai pertinenti oneri, prelievi e imposte, garantendo che contribuiscano in modo adeguato, equo ed equilibrato alla ripartizione generale dei costi del sistema in linea con una trasparente analisi costi-benefici delle risorse energetiche distribuite realizzata dalle autorità nazionali competenti;”*

*“e) le comunità di energia rinnovabile non siano oggetto di un trattamento discriminatorio per quanto concerne le loro attività, i loro diritti e obblighi in quanto consumatori finali, produttori, fornitori, gestori del sistema di distribuzione, o altri partecipanti al mercato;”*

*“f) la partecipazione alle comunità di energia rinnovabile sia aperta a tutti i consumatori, compresi quelli appartenenti a famiglie a basso reddito o vulnerabili;”*

*“g) siano disponibili strumenti per facilitare l'accesso ai finanziamenti e alle informazioni;”*

*“h) alle autorità pubbliche sia fornito un sostegno normativo e di sviluppo delle capacità per favorire la creazione di comunità di energia rinnovabile e aiutare le autorità a parteciparvi direttamente;”*

*“i) siano disponibili norme per assicurare il trattamento equo e non discriminatorio dei consumatori che partecipano a una comunità di energia rinnovabile.”*

Di particolare interesse da questo elenco è il punto c) in cui si sottolinea la necessità che il soggetto responsabile della rete di distribuzione collabori con le comunità di energia rinnovabile infatti le stesse per scambiare energia dovranno utilizzare una rete di distribuzione che non è di proprietà delle stesse ma invece di competenza di soggetti gestori di solito controllati dallo stato centrale. Anche il punto d) è degno di un approfondimento quando si fa riferimento al fatto che gli oneri di rete devono tener conto di costi reali basati su un'analisi costi-benefici; oggi questi oneri infatti corrispondono a valori medi nazionali che possono essere più alti di quelli reali. Il punto f) sottolinea l'importanza di includere nelle comunità di energia rinnovabile i consumatori più vulnerabili tenendo conto dell'obiettivo di sviluppo sostenibile 7 – Energia pulita e accessibile con riferimento all'indicatore sulla popolazione non in grado di mantenere la propria casa adeguatamente riscaldata a causa dello stato di povertà.

Infine il comma 7 recita: *“[...] gli Stati membri tengono conto delle specificità delle comunità di energia rinnovabile quando elaborano regimi di sostegno, al fine di consentire loro di competere alla pari con altri partecipanti al mercato per l'ottenimento di un sostegno”*. Questo comma sottolinea la necessità di elaborare regimi di incentivazione ai quali possano accedere anche le comunità energetiche per favorirne il loro sviluppo.

### 1.2.2 Legge Nazionale 221/2015 – “Oil free zone” [4]

La legge Nazionale 221/2015 “Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell’uso eccessivo di risorse naturali” risulta di particolare interesse in quanto all’art. 71 ha istituito le “Oil free zone”.

In particolare all’art. 71 “Oil free zone” il comma 1 recita: *“Al fine di promuovere su base sperimentale e sussidiaria la progressiva fuoriuscita dall’economia basata sul ciclo del carbonio e di raggiungere gli standard europei in materia di sostenibilità ambientale, sono istituite e promosse le «Oil free zone».”*

Il comma 2 spiega cosa si intende per “Oil free zone” ovvero *“un’area territoriale nella quale, entro un determinato arco temporale e sulla base di specifico atto di indirizzo adottato dai comuni del territorio di riferimento, si prevede la progressiva sostituzione del petrolio e dei suoi derivati con energie prodotte da fonti rinnovabili.”*

Il comma 3 aggiunge: *“La costituzione di Oil free zone e’ promossa dai comuni interessati, anche tramite le unioni o le convenzioni fra comuni di riferimento, [...]”*. I commi 2 e 3 sottolineano l’importanza dei comuni che sono gli unici soggetti che possono dar vita al progetto di oil free zone.

Il comma 4 spiega più nello specifico il concetto di oil free zone: *“Nelle Oil free zone sono avviate sperimentazioni, concernenti la realizzazione di prototipi e l’applicazione sul piano industriale di nuove ipotesi di utilizzo dei beni comuni, con particolare riguardo a quelli provenienti dalle zone montane, attraverso prospetti di valutazione del valore delle risorse presenti sul territorio.”*. Il comma appena citato definisce le oil free zone come zone di sperimentazione sottolineando la necessità di valutare il valore delle risorse presenti sul territorio.

Il comma 5 recita: *“Nell’ambito delle proprie legislazioni di settore, le regioni [...] disciplinano le modalità di organizzazione delle Oil free zone, con particolare riguardo agli aspetti connessi con l’innovazione tecnologica applicata alla produzione di energie rinnovabili a basso impatto ambientale, alla ricerca di soluzioni eco-compatibili e alla costruzione di sistemi sostenibili di produzione energetica e di uso dell’energia, quali la produzione di biometano per usi termici e per autotrazione.”* Questo comma sottolinea l’importanza delle Regioni che possono disciplinare l’organizzazione delle oil free zone con le proprie leggi di settore e individua la produzione di energie rinnovabili come punto cardine del progetto. Infine il comma 6 indica: *“Ai fini di cui al comma 5, le regioni [...] possono assicurare specifiche linee di sostegno finanziario alle attività di ricerca, sperimentazione e applicazione delle attività produttive connesse con l’indipendenza dai cicli produttivi del petrolio e dei suoi derivati, con particolare attenzione all’impiego equilibrato dei beni comuni e collettivi del territorio di riferimento.”* Questo comma indica la possibilità delle regioni di individuare specifici finanziamenti per sostenere le attività di ricerca e sperimentazione che hanno come obiettivo l’indipendenza del territorio dal petrolio.

### 1.2.3 Legge Regionale n.12 del 03/08/2018 [5]

La Regione Piemonte è la prima in Italia ad aver approvato una legge che istituisce e regola le comunità energetiche rinnovabili. La legge n.12/2018 denominata “Promozione dell’istituzione delle comunità energetiche” è il riferimento legislativo principale su cui si basa il progetto di comunità energetica del pinerolese. La legge composta da otto articoli è poi stata affiancata da una norma attuativa approvata nel mese di marzo di quest’anno che viene analizzata nel successivo paragrafo.

L’art. 1 della citata legge definisce le comunità energetiche come: “[...] enti senza finalità di lucro, costituiti al fine di superare l'utilizzo del petrolio e dei suoi derivati, e di agevolare la produzione e lo scambio di energie generate principalmente da fonti rinnovabili, nonché forme di efficientamento e di riduzione dei consumi energetici.” Questa definizione appare coerente con quella della Direttiva UE 2018/2001 confermando che l’obiettivo principale delle comunità non è il profitto definendole enti senza finalità di lucro.

L’art. 2, comma 1 individua i soggetti che possono far parte di queste comunità: “Alle comunità energetiche, possono partecipare soggetti pubblici e privati”. Questa definizione appare molto inclusiva permettendo la partecipazione sia a persone fisiche, sia ad enti di qualsiasi tipo.

Il comma 2 aggiunge: “le comunità energetiche acquisiscono e mantengono la qualifica di soggetti produttori di energia se annualmente la quota dell’energia prodotta destinata all’autoconsumo da parte dei membri attraverso l’utilizzo di reti pubbliche non è inferiore al 70 per cento del totale”. Ciò significa che la maggior parte dell’energia prodotta dai membri della comunità energetica deve essere destinata all’autoconsumo degli stessi, e non invece ceduta ad altri. La comunità energetica quindi non può considerarsi un produttore di energia per il mercato ma solo per i suoi membri. Tale vincolo impone che la capacità di produzione di energia della comunità non possa essere incrementata in maniera considerevole (ad esempio attraverso l’ingresso nella stessa di produttori netti di energia) se non affiancata da un aumento dei consumi da parte di altri membri della comunità (ad esempio favorendo l’ingresso di nuovi consumatori nella stessa).

L’art. 3 individua i compiti che dovrà assolvere la comunità energetica; in particolare secondo il comma 1 le comunità energetiche:

“a) possono avvalersi, ai sensi dell’ articolo 27 della legge 23 luglio 2009, n. 99 , del supporto del Gestore dei servizi elettrici al fine di ottimizzare la gestione e l’utilizzo delle reti di energia;” “b) redigono, entro sei mesi dalla loro costituzione, un bilancio energetico;”

“c) redigono, entro dodici mesi dalla loro costituzione, un documento strategico che individua le azioni per la riduzione e dei consumi energetici da fonti non rinnovabili e l’efficientamento dei consumi energetici.” Di particolare interesse è il punto a) che legittima le comunità energetiche a aprire una discussione con il Gestore dei servizi elettrici per l’utilizzo delle reti di energia; questo punto è fondamentale in quanto lo scambio di energia passerà attraverso la rete nazionale.

L’art. 4, comma 1 aggiunge che: “La Regione sostiene finanziariamente la fase di costituzione delle comunità energetiche. In particolare il sostegno è diretto alla predisposizione dei progetti e della documentazione correlata alla costituzione delle comunità.” Questo articolo sancisce il sostegno finanziario della Regione riguardante la predisposizione di progetti di comunità energetiche.

#### 1.2.4 Delibera della Giunta Regionale n.18-8520/2019 [6]

La DGR consiste nelle disposizioni attuative della legge regionale analizzata nel precedente paragrafo. La delibera inserisce paletti più restrittivi riguardanti i membri e la dimensione che devono caratterizzare un progetto di comunità energetica.

In particolare al punto 1) viene sottolineato che *“i membri della medesima comunità energetica devono appartenere ad “ambiti” territorialmente contigui, laddove per “ambito” si intende la porzione di rete elettrica in media e bassa tensione sottesa ad un singolo trasformatore appartenente ad una cabina primaria di trasformazione (AT/MT).”* Questo vincolo consente che i partecipanti alla comunità energetica appartengano a più ambiti ma alla condizione che tra tali ambiti vi sia un rapporto di contiguità; questo vincolo si spiega con la necessità di avere comunità energetiche non troppo disperse sul territorio.

La DGR individua poi dei *“requisiti minimi per la costituzione di una comunità energetica”* che sono:  
*“- il consumo annuo elettrico pari ad almeno 0,5 GWh desumibile dall'analisi di un periodo temporale rappresentativo (almeno gli ultimi due anni);”*

*“- almeno la metà della quota minima del 70% di energia prodotta destinata all'autoconsumo, inteso come bilancio energetico dei punti di connessione alla rete pubblica, dovrà essere costituita da energia prodotta da fonti energetiche rinnovabili disponibili localmente;”*

*“- la presenza di una pluralità di soggetti produttori e consumatori di energia elettrica.”*

Tra questi requisiti il primo ha l'obiettivo di evitare la formazione di comunità energetiche di ridotte dimensioni mentre il terzo è stato inserito per evitare la formazione di comunità di soli produttori che non risponderebbero al concetto stesso di comunità energetica. Il secondo requisito minimo significa che l'energia prodotta (della quale il 70% o più deve essere destinata all'autoconsumo) deve provenire per almeno il 35% da fonti rinnovabili locali.

La disciplina attuativa regionale precisa che l'autoconsumo deve essere *“inteso come bilancio energetico dei punti di connessione alla rete pubblica”*. Questa definizione di autoconsumo è diversa rispetto a quella indicata nelle leggi statali e permette di considerare come autoconsumo il rapporto tra energia prelevata dalla rete pubblica ed energia immessa nella rete stessa; tale rapporto va verificato considerando la somma dei punti di connessione alla rete pubblica di cui fruisce la comunità energetica.

Il punto 2 e 3 della DGR riguardano rispettivamente i *“criteri per la redazione del bilancio energetico delle comunità energetiche”* e i *“criteri e caratteristiche del documento strategico delle comunità energetiche”*. La legge Regionale indica che il bilancio energetico dovrà essere redatto entro sei mesi dalla costituzione della comunità stessa mentre il documento strategico entro dodici mesi quindi ci si limiterà ad individuare i punti salienti di questi criteri in quanto saranno questioni da affrontare solo dopo la costituzione della comunità energetica.

Tra i *“criteri per la redazione del bilancio energetico”* si menzionano:

- *“il bilancio energetico della comunità energetica riguarda un'annualità”;*
- *“oltre al bilancio energetico, la Comunità energetica predispone il bilancio della CO<sub>2</sub> associata alla produzione e ai consumi finali di energia, adottando fattori di conversione raccomandati dal Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC).”*

Invece tra i *“criteri e caratteristiche del documento strategico”* si menzionano il fatto che *“il documento strategico individua le azioni per la riduzione dei consumi energetici da fonti non rinnovabili e l'efficiamento dei consumi energetici”*. Inoltre si sottolinea che *“Il documento strategico ha una*

*validità triennale. Esso individua e aggiorna secondo tale periodicità gli obiettivi di breve (3 anni) e di lungo periodo (10 anni) di efficienza energetica, di aumento dell'utilizzo delle fonti rinnovabili, nonché di aumento della quota di autoconsumo.” Infine “la comunità energetica trasmette il documento strategico alla Direzione Competitività del Sistema regionale – Settore Sviluppo Energetico Sostenibile che ne verifica, entro 90 giorni dal ricevimento, la coerenza con il PEAR e con gli indirizzi programmatici regionali vigenti, con particolare riferimento alle tematiche energetiche, territoriali ed ambientali.”*

Il punto 4 della DGR individua *“criteri e modalità per il sostegno finanziario regionale alla fase di costituzione delle comunità energetiche, con particolare riguardo alla predisposizione dei progetti e della documentazione correlata alla costituzione delle comunità”*.

Da tenere conto nel momento della costituzione della comunità energetica che la graduatoria per l'ottenimento dei fondi regionali si baserà sui seguenti criteri:

*“- numero di comuni e di soggetti coinvolti;”*

*“- pluralità di produttori di energia elettrica e termica;”*

*“- entità di produzione e di consumo elettrico e termico afferente ai soggetti aderenti alla comunità.”*

### 1.3 Le comunità energetiche esistenti

In questo capitolo vengono riportati alcuni esempi di comunità energetiche esistenti in Europa e in Italia per comprendere meglio le loro caratteristiche ed individuare le barriere e opportunità che le caratterizzano. Il capitolo è stato suddiviso in tre parti; nelle prime due vengono analizzati alcuni casi di comunità energetiche in Europa e in Italia dal punto di vista dell'estensione territoriale, della tecnologia utilizzata per produrre energia con relativa potenza installata e, se dichiarata, produzione annua di energia e la struttura legale sulla quale si sorreggono. L'ultima parte riassume le barriere e le opportunità che caratterizzano le comunità energetiche rinnovabili.

#### 1.3.1. Esempi di comunità energetiche in Europa

I Paesi europei che ospitano il maggior numero di comunità energetiche sono quelli del Nord Europa e in particolare Danimarca, Belgio, Olanda, Svezia. Altri due Paesi caratterizzati da un numero rilevante di comunità energetiche sono la Germania e il Regno Unito. Nei paesi mediterranei il numero è più basso ma appare in costante crescita negli ultimi anni. La maggior parte dei casi è costituita da piccole realtà come "Hvide Sande Wind Farm" in Danimarca dove la produzione di energia eolica rende autosufficiente l'omonimo villaggio di circa 3000 abitanti. La gran parte delle comunità energetiche in Europa si basano sullo sfruttamento dell'energia eolica (dove una sola turbina equivale a circa 2 MWh di picco di energia elettrica producibile), molte affiancano all'energia eolica anche la produzione di energia elettrica tramite pannelli solari fotovoltaici (in questo caso, però, per raggiungere 1 MWh di picco si occupano 25.000 m<sup>2</sup>) raramente organizzati in grandi parchi solari e più spesso distribuiti in piccoli impianti localizzati sui tetti delle abitazioni. Gli impianti idroelettrici di piccole dimensioni che producono energia elettrica e lo sfruttamento delle biomasse (legno, rifiuti organici) per la produzione di energia elettrica e termica sono le tecnologie che si stanno diffondendo negli ultimi anni. La forma societaria più diffusa tra i casi europei è quella della cooperativa: i membri di una cooperativa energetica hanno diritto ad ottenere energia elettrica ad un costo inferiore, ad un dividendo annuo e ad un voto nel processo decisionale; in alcuni casi la forma cooperativa è affiancata da aziende multi utilities locali che condividono la proprietà del progetto.

#### - Middelgrunden Wind Farm - *Offshore Wind Farm outside the Harbour of Copenhagen* (Danimarca)

Il parco eolico offshore realizzato a partire dal 2001, è caratterizzato da 20 turbine eoliche da 2 MW di potenza localizzate a 3 km dal porto di Copenhagen per un totale di 40 MW di potenza installata. La produzione annua è pari a circa 44 GWh coprendo circa il 4 % del fabbisogno di energia della città di Copenhagen. Il 50% del progetto è di proprietà dell'utility locale "Copenhagen Energy" (che a sua volta fa parte del comune di Copenhagen), mentre il restante 50% è di proprietà dei membri della cooperativa "Middelgrunden Wind Turbine Cooperative" costituita da 10000 membri. Middelgrunden è il più grande progetto eolico nel mondo in cui la proprietà è, almeno in parte, della comunità; questo a dimostrazione che anche progetti grandi e complessi possono essere guidati dai cittadini.

#### - Hvide Sande Wind Farm (Danimarca)

Il progetto, risalente al 2012, è stato guidato dalla "Hvide Sande Community Foundation (HSCF), che ne detiene l'80%, mentre l'altro 20% è detenuto da 400 investitori che hanno creato una cooperativa locale, come richiesto dalla legge danese. La fondazione è composta da varie organizzazioni locali tra cui

l'Associazione per il Turismo di Homsland Dunes e i sindacati locali. Il progetto consiste in tre turbine eoliche da 3 MW di potenza ciascuna che garantiscono una produzione annua di energia elettrica di circa 45000 MWh all'anno. I proprietari delle turbine eoliche pagano un affitto per il terreno che occupano all'autorità portuale "Hvide Sande Harbour" che permette il finanziamento di nuove infrastrutture per il porto. Grazie alla presenza di una centrale termica con rete di teleriscaldamento collegata con la realizzazione del parco eolico il villaggio di Hvide Sande (3000 abitanti), è diventato autosufficiente sia dal punto di vista termico che elettrico cedendo inoltre una quota dell'energia elettrica prodotta alla rete nazionale.

- Wiltshire Wildlife Community Energy (Regno Unito)

La Wiltshire Wildlife Community Energy (WWCE) è un progetto nato nel 2012 e basato su una "Community Benefit Society" che è un tipo di cooperativa che viene gestita a beneficio della comunità locale e dei suoi membri. Tutti gli anni, dopo il pagamento ai membri, l'80% del denaro rimanente è destinato a progetti locali attraverso il fondo di beneficenza della WWCE, mentre il 20% viene versato all'ente no profit "Wiltshire Wildlife Trust" che ha partecipato al finanziamento del progetto. La "Wiltshire Wildlife Trust" è un ente no profit che opera dal 1962 con l'obiettivo di sensibilizzare la popolazione della zona al rispetto dell'ambiente e alla sostenibilità.

La comunità energetica produce energia da due parchi solari e tre piccoli impianti montati sulle coperture degli edifici. Il primo parco solare è quello di Chelworth, un impianto fotovoltaico da 1 MW montato a terra vicino al villaggio di Crickdale, il secondo, è quello di Braydon Manor che inizialmente previsto con una potenza di 5 MW, è stato ampliato a 9,1 MW, in seguito a modifiche dei regolamenti governativi. La produzione annua complessiva è di 5,44 GWh. La particolarità del progetto è l'attenzione all'ambiente infatti il terreno sottostante le schiere di pannelli che caratterizzano i parchi solari sono mantenuti verdi e gestiti naturalmente prevedendo il pascolo anziché lo sfalcio meccanico.

- Courant d'Air (Belgio)

La cooperativa Courant d'Air è nata nel 2009 con l'obiettivo di produrre energia rinnovabile con il sostegno dei cittadini e oggi conta su ben 2117 membri. In collaborazione con altre nove cooperative di energia elettrica della Vallonia è stato creato "Cociter" che è il fornitore di energia elettrica al 100% rinnovabile; questo ente gestisce la misura e la bollettazione per i soci della cooperativa. La cooperativa attualmente gestisce 3 turbine eoliche da 2,3 MW di potenza ciascuna e ha fatto i suoi primi investimenti nel fotovoltaico nel 2017 realizzando due impianti fotovoltaici su tetto; il primo a Waimes da 24 KW, il secondo a Welkenraedt da 120 KW. È stato messo in atto un primo progetto di mobilità alternativa con un'auto elettrica condivisa. La cooperativa opera con azioni di sensibilizzazione dei cittadini, in particolare dei giovani, sulle energie rinnovabili e interventi di efficientamento energetico. La produzione annua di energia è di circa 13.5 GWh.

- Energetica (Spagna)

La cooperativa Energetica, nata nel maggio 2014 seguendo l'esempio delle cooperative energetiche esistenti in Europa, riunisce oggi 1305 membri che hanno l'obiettivo comune di consumare solo energia rinnovabile al 100 % e aumentare la quota di energia elettrica autoprodotta; la cooperativa si occupa

anche della formazione dei cittadini sul risparmio energetico e fornisce servizi di efficientamento energetico. L'energia attualmente prodotta dalla cooperativa si basa sulla tecnologia del mini-idroelettrico composto da due turbine da 0,5 MW di potenza ciascuna che trovano spazio in una centrale idroelettrica sita a Peñafiel (Valladolid) risalente agli anni quaranta che era in stato di abbandono da alcuni anni ed è stata quindi rimessa in servizio; la centrale funziona grazie all'acqua portata dal fiume Duraton attraverso un canale lungo una decina di chilometri. Attualmente la produzione annua è di 1,4 GWh di energia elettrica.

- Bioenergy Village Jühnde (Germania)

Jühnde è un villaggio (1089 abitanti) della bassa Sassonia che produce calore ed elettricità da fonti rinnovabili. Il progetto è andato in porto grazie alla partecipazione dei cittadini a seminari e gruppi di lavoro che sono stati inclusi in questo progetto di comunità che ha portato alla nascita della cooperativa energetica. La produzione di energia avviene attraverso un impianto di digestione anaerobica di biomassa agricola o cogeneratore a biogas (700 KW di potenza) affiancato da un impianto a biomassa legnosa (550 KW) che viene messo in funzione in inverno quando la domanda di calore è più elevata. Il vantaggio di questi impianti è che la biomassa può essere stoccata e quindi è sempre disponibile ed utilizzabile per rispondere ai fabbisogni di elettricità o calore. Il calore prodotto viene distribuito con una rete di teleriscaldamento che copre l'intero villaggio. La produzione annua è di 5 GWh di energia elettrica e 4.5 GWh di energia termica dal cogeneratore a biogas e di 0.85 GWh di calore dalla centrale a biomassa legnosa.

- Brixton Energy (Regno Unito)

La cooperativa Brixton Energy è un esempio di cooperativa alla scala di quartiere e localizzata nell'omonimo quartiere posto a Sud di Londra. Il primo progetto portato avanti dalla cooperativa nata nel 2012 ha permesso la realizzazione di tre impianti fotovoltaici su tetto ovvero Brixton Solar 1 (37 KW di potenza), Brixton Solar 2 (45 KW) e Brixton Solar 3 (50 KW). Una parte dei ricavi ottenuti dalla vendita di energia hanno permesso l'istituzione del fondo di comunità per l'efficienza energetica con il quale vengono portati avanti dei progetti di sensibilizzazione delle comunità locali ai temi dell'efficienza energetica, veri e propri interventi di efficientamento energetico nei luoghi pubblici del quartiere e studi sull'efficienza energetica degli edifici del quartiere. La produzione annua di energia elettrica complessiva dei tre impianti fotovoltaici è uguale a 82.572 KWh. L'obiettivo della comunità è quello di implementare la capacità di generazione di energia fino ad 1 MW; per questo motivo è in corso la valutazione dei potenziali siti di progetto che possano ospitare pannelli fotovoltaici.

<b>NOME</b>	<b>PAESE E ANNO FONDAZIONE</b>	<b>TERRITORIO / SCALA</b>	<b>TECNOLOGIA e POTENZA</b>	<b>STRUTTURA LEGALE</b>	<b>FONTE DATI</b>
<b>Middelgrunden Wind Farm</b>	Danimarca, 2001	Urbano, larga scala	20 turbine eoliche (40 MW complessivi)	50 % cooperativa e 50 % società pubblica	<a href="http://www.middelgrunden.dk/middelgrunden/?q=en/node/35">http://www.middelgrunden.dk/middelgrunden/?q=en/node/35</a>
<b>Hvide Sande Wind Farm</b>	Danimarca, 2012	Rurale, piccola scala (comune di 3000 abitanti)	3 turbine eoliche (9 MW complessivi)	20% Cooperativa e 80% Fondazione	<a href="https://hvidesandenhavn.dk/en/offshore/wind-farms/">https://hvidesandenhavn.dk/en/offshore/wind-farms/</a>
<b>Wiltshire Wildlife Community Energy</b>	Regno Unito, 2012	Rurale, scala regionale	3 impianti fotovoltaici e due parchi solari (10.1 MW complessivi)	Cooperativa posseduta al 20% da un ente no profit	<a href="http://wwce.org/">http://wwce.org/</a>
<b>Courant d’Air</b>	Belgio, 2009	Rurale, scala subregionale	3 turbine eoliche e due impianti fotovoltaici su tetto (7.04 MW complessivi)	Cooperativa	<a href="https://www.courantdair.be/wp/">https://www.courantdair.be/wp/</a>
<b>Energetica</b>	Spagna, 2014	Rurale, scala subregionale	Mini-idroelettrico (1MW)	Cooperativa	<a href="https://energeticacoop.es/">https://energeticacoop.es/</a>
<b>Bioenergy Village Jühnde</b>	Germania, 2005	Rurale, piccolo villaggio	Co-generatore a biogas (700 KW) e centrale a biomassa legnosa (550 KW)	Cooperativa	<a href="http://www.bioenergiedorf.de/en/home.html">http://www.bioenergiedorf.de/en/home.html</a>
<b>Brixton Energy</b>	Regno Unito, 2012	Urbano, piccola scala (quartiere)	Tre impianti fotovoltaici su tetti (132 KW)	Cooperativa	<a href="https://brixtonenergy.co.uk/">https://brixtonenergy.co.uk/</a>

*Tabella 1 – Principali caratteristiche comunità energetiche in Europa (elaborazione propria)*

### 1.3.2. Esempi di comunità energetiche in Italia

In Italia la forma attualmente più diffusa di comunità energetica è quella delle cooperative energetiche storiche la cui origine risale all'inizio del secolo scorso e che sono tuttora presenti in quanto non sono state assoggettate alla nazionalizzazione della rete avvenuta nel 1962; queste sono principalmente localizzate nelle aree alpine in Trentino-Alto Adige, Friuli-Venezia Giulia, Lombardia e Valle d'Aosta. Le cooperative energetiche storiche italiane sono tutte di taglia medio-piccola e soddisfano, di solito, il fabbisogno di energia elettrica e termica di alcuni comuni localizzati in aree montane. La maggior parte di queste cooperative storiche si basano sull'energia idroelettrica con impianti realizzati nel secolo scorso e affiancati in tempi recenti da pannelli solari fotovoltaici, idroelettrico di piccole dimensioni e impianti a biomasse (legno, rifiuti organici). La particolarità delle cooperative storiche è che la rete di distribuzione dell'energia elettrica è sempre di proprietà delle stesse. Le forme societarie più diffuse sono quelle della cooperativa o dell'azienda municipalizzata multi utility. Negli ultimi anni si sta diffondendo una nuova forma di cooperative energetiche che assomiglia di più ai casi europei nelle quali i soci entrano a farne parte acquistando una quota che permette il finanziamento di impianti di produzione di energia rinnovabile e garantisce loro un costo dell'energia più basso di quello di mercato.

#### - Valli del Primiero e Vandi - ACSM

L'azienda ACSM, oggi una delle maggiori multi utility del Trentino, è nata nel 1902 come azienda che doveva costruire e gestire un impianto idroelettrico al servizio della comunità locale. I comuni che detengono la proprietà della stessa sono Primiero San Martino di Castrozza, Canal San Bovo, Imer, Mezzano, Predazzo, Sovramonte, Castello Tesino, Pieve Tesino, Sagron Mis e Cinte Tesino. Questa azienda è in grado di soddisfare l'intero fabbisogno energetico (termico ed elettrico) dei comuni soci ovvero di 13600 utenti ed è un tipico esempio di cooperativa storica in quanto tuttora proprietaria della rete di distribuzione dell'energia elettrica. L'energia elettrica distribuita viene prodotta da impianti idroelettrici (145 MW di potenza) e fotovoltaici (4 KW di potenza) mentre l'energia termica viene distribuita attraverso due reti di teleriscaldamento con una lunghezza complessiva di 45 chilometri e prodotta da impianti solari (996 m<sup>2</sup>) e da biomassa (22 MW di potenza). Inoltre l'azienda sta portando avanti un progetto innovativo nel campo della mobilità sostenibile a basso impatto ambientale in area montana ed ha realizzato nel territorio in cui opera una rete di ricarica per autoveicoli elettrici composta da sedici colonnine di ricarica per veicoli elettrici oltre ad aver acquistato diciassette veicoli full electric al servizio dei comuni soci e dell'azienda stessa.

#### - La cooperativa energetica dei comuni della Carnia - SECAB

Fondata il 25 giugno 1911, la Società elettrica cooperativa dell'Alto Bût (2973 soci) è la prima azienda friulana per la produzione e distribuzione di energia idroelettrica in forma di cooperativa. La SECAB distribuisce e vende l'energia elettrica in una parte del territorio dell'Unione Territoriale della Carnai ovvero nei comuni di Paluzza, Cercivento, Ravascletto, Treppo Ligosullo e Sutrio. Gli impianti di produzione sono oggi formati da 5 centrali idroelettriche con una potenza installata complessiva di 10,6 MW e un impianto di cogenerazione (CHP) da 2 MW. La rete di distribuzione è lunga 73 km ed alimenta circa 5000 utenti in un'area complessiva di 168 km<sup>2</sup>. L'energia prodotta soddisfa totalmente il fabbisogno annuo di energia elettrica del territorio servito con un surplus di circa 24.000 MWh annui ceduti alla rete nazionale.

- La cooperativa E-Werk PRAD nel Comune di Prato allo Stelvio

La E – Werk Prad, cooperativa nata nel 1927, fornisce energia elettrica ed acqua calda ricavata da fonti rinnovabili alle famiglie ed alle imprese nel Comune di Prato allo Stelvio (Provincia di Bolzano) con circa 3.400 abitanti. La caratteristica di questa comunità è che il fabbisogno di energia è coperto attraverso un mix di fonti energetiche rinnovabili differenti; in particolare sono presenti pannelli fotovoltaici con una potenza nominale di 103 KW, mini idroelettrico (4.08 MW), Geotermico (380 kW), eolico (2.55 MW), un impianto per il trattamento delle biomasse (1.6 MW potenza elettrica e 7.4 MW potenza termica) a cui è collegato un sistema di teleriscaldamento lungo 28 km e un impianto a biogas (380 kW). La rete elettrica è sviluppata lungo 120 km di lunghezza. L'attività della cooperativa riguarda anche la posa della fibra ottica a cui si sono allacciati, ad oggi 639 utenti; questo costituisce un valore aggiunto per la cooperativa infatti questa zona sarebbe sfornita della connessione alla rete internet a banda larga costituendo un ostacolo alla crescita di imprese e famiglie.

- Cooperativa Elettrica Gignod

Nata nel 1929 la cooperativa produce energia elettrica con impianti idroelettrici ad acqua fluente e la distribuisce tramite linee elettriche di proprietà di media tensione in cinque comuni della Valle d'Aosta ovvero Gignod, Saint-Christophe, Valpelline, Allein e Doues con una popolazione totale di 6554 abitanti. La cooperativa si occupa della misura dell'energia consumata, della fatturazione e della manutenzione delle linee tutto con risorse interne. L'energia eccedente il consumo dei soci viene ceduta sul mercato mentre viene acquistata l'energia necessaria per i soci nei momenti in cui la produzione non è sufficiente; la cooperativa è comunque autosufficiente nell'arco dell'anno.

- Cooperativa FTI Dobbiaco-San Candido

La cooperativa, nata nel 1995, costituisce il primo esempio di cooperativa energetica che non fa parte del gruppo delle cooperative storiche; oggi questo ente raggruppa 917 soci e soddisfa il fabbisogno di energia termica di oltre 1200 utenze situate nei comuni di Dobbiaco e San Candido in Trentino Alto Adige. L'energia viene prodotta con un impianto a biomasse da 18 MW complessive di potenza (costituito da due caldaie da 4 MW e una più recente da 10 MW) a cui è collegato una rete di teleriscaldamento di 90 km di estensione che permette un risparmio medio del 30% agli utenti allacciati.

- Comunità cooperativa Melpignano

Ancora più recente è il caso della cooperativa nata nel 2011 a Melpignano, in Provincia di Lecce, con l'obiettivo di gestire una rete di produzione di energia ottenuta da pannelli fotovoltaici collocati sui tetti degli edifici pubblici e privati della città. La Cooperativa conta oggi 136 soci e con un investimento di 400.000 € ha realizzato 33 impianti con una potenza complessiva pari a 179.67 KW. La cooperativa, oltre a ripagare gli interessi del finanziamento ottenuto, riesce a produrre utili che l'assemblea dei soci, ovvero i cittadini, destinano per interventi a favore della comunità locale.

- Cooperativa Energia Positiva

Un altro esempio di cooperativa energetica recente è quello nato a Nichelino (TO) nel 2015. In questo caso il socio aderisce alla cooperativa attraverso una piattaforma informatica con la quale acquista quote di impianti disponibili dislocati sul territorio nazionale e riceve una fornitura al 100% rinnovabile con uno sconto sulla bolletta uguale ai ricavi che derivano dagli impianti di cui possiede delle quote. Oggi la cooperativa è composta da 301 soci che condividono 17 impianti dislocati su tutto il territorio nazionale che producono complessivamente 1.6 GWh di energia elettrica all'anno.

<b>NOME</b>	<b>REGIONE E ANNO FONDAZIONE</b>	<b>TERRITORIO / SCALA</b>	<b>TECNOLOGIA e POTENZA/ PRODUZIONE</b>	<b>STRUTTURA LEGALE</b>	<b>FONTE DATI</b>
<b>Valli del Primiero e Vandi - ACSM</b>	Trentino Alto Adige, 1902	Rurale, media scala (10 comuni)	Idroelettrico (145 MW), fotovoltaico (4 KW), biomassa (22 MW) e solare termico (996 m <sup>2</sup> )	Società municipalizzata	<a href="https://www.acsmprimiero.com/">https://www.acsmprimiero.com/</a>
<b>Cooperativa energetica dei comuni della Carnia - SECAB</b>	Friuli Venezia Giulia, 1911	Rurale, media scala (5 comuni)	Idroelettrico (10,6 MW), cogenerazione (2 MW)	Società Cooperativa	<a href="https://www.secab.it/home/">https://www.secab.it/home/</a>
<b>La cooperativa E-Werk PRAD</b>	Trentino Alto Adige, 1927	Rurale, piccola scala (1 comune)	Fotovoltaico (103 KW), idroelettrico (4.08 MW), geotermico (380 KW), eolico (2.55 MW), biomasse (1.6 MWe e 7.4 MWt), biogas (380 KW)	Società Cooperativa	<a href="https://www.e-werk-prad.it/it/">https://www.e-werk-prad.it/it/</a>
<b>Cooperativa Elettrica Gignod</b>	Valle d'Aosta, 1929	Rurale, media scala (5 comuni)	Idroelettrico (22.5 GWh annui)	Società cooperativa	<a href="http://www.ceg-energia.it/homepage.asp?l=1">http://www.ceg-energia.it/homepage.asp?l=1</a>
<b>Cooperativa FTI Dobbiaco-San Candido</b>	Trentino Alto Adige, 1994	Rurale, piccola scala (2 comuni)	Centrale a biomasse (18 MW)	Società Cooperativa	<a href="https://www.fti.bz/it/">https://www.fti.bz/it/</a>
<b>Comunità cooperativa Melpignano</b>	Puglia, 2011	Urbano, piccola scala (1 comune)	33 impianti fotovoltaici (180 KW)	Cooperativa di comunità	<a href="http://www.coopcomunitamelpignano.it/">http://www.coopcomunitamelpignano.it/</a>
<b>Cooperativa Energia Positiva</b>	Piemonte, 2015	Nazionale, grande scala	17 Impianti fotovoltaici ed 2 eolici (1.6 GWh/anno)	Cooperativa di persone	<a href="https://www.energia-positiva.it/">https://www.energia-positiva.it/</a>

*Tabella 2– Principali caratteristiche comunità energetiche in Italia (elaborazione propria)*

### 1.3.3 Barriere e opportunità per le comunità energetiche rinnovabili

In seguito all'analisi di alcuni esempi di comunità energetiche in Europa ed Italia si è deciso di individuare e sintetizzare in alcuni punti le principali barriere ed opportunità che caratterizzano le stesse; questo lavoro si è basato, oltre che sugli esempi prima riportati, su più fonti bibliografiche con particolare riferimento ad un report (Report on financial barriers and existing solutions) [7] e a due articoli scientifici (Moronia, Alberti, Antonucci, Bisello, 2019) [8] e (Lehtonen, De Carlo, 2019) [9].

I principali ostacoli per le comunità energetiche rinnovabili non sono soltanto i fattori finanziari; le questioni politiche, amministrative, legali ed economiche rappresentano la rosa completa di difficoltà che un nuovo progetto di comunità energetica dovrà affrontare. I principali ostacoli ai progetti di comunità energetica sono di seguito elencati:

#### 1) *Fattori culturali e politici*

- Mancanza di conoscenza riguardo al modello cooperativo
- Mancanza di legittimità come attore di mercato reale e scarsa fiducia nel modello cooperativo come alternativa economica efficace
- Il livello di sostegno politico alle FER e alle iniziative guidate dai cittadini

#### 2) *Fattori economici e gestionali*

- Barriere nella fase di pre-pianificazione
- Mancanza di garanzie per i finanziatori
- Dimensione del progetto di comunità energetica

#### 3) *Fattori legali ed amministrativi*

- Raccolta di capitali attraverso i cittadini
- Costi ed accesso alla rete elettrica
- Regolamentazione instabile dei sistemi di incentivazione alle FER e politiche urbanistiche

#### 1) *Fattori culturali e politici*

Le comunità energetiche rinnovabili per definizione puntano su due linee d'azione: il modello cooperativo e lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili (FER). Avere questi due obiettivi distinti (ma non divergenti) può rappresentare sia un vantaggio sia una sfida quando si tratta di lanciare un progetto e promuovere partecipazione e sostegno.

- Mancanza di conoscenza riguardo al modello cooperativo

Per quanto riguarda lo sviluppo del modello cooperativo, i diversi Paesi europei hanno background storici e culturali molto diversi. In alcuni paesi, la cooperazione è integrata nel quadro culturale, mentre in altri paesi i cittadini non sono abituati a impegnarsi in progetti guidati dai cittadini.

In altri paesi la mancanza di conoscenza del modello è una barriera in quanto tale perché il modello non è noto e le persone non vogliono investire in un progetto che non capiscono. Pertanto, le persone pur conoscendo la presenza di un fornitore locale di energia di tipo cooperativo, potrebbero non sentirsi a proprio agio nel dargli fiducia perché non hanno familiarità con il modello stesso. Una possibile soluzione è il coinvolgimento di autorità pubbliche locali come i comuni che se inclusi nel progetto possono essere motivo di maggiore fiducia per il cittadino.

- Mancanza di legittimità come attore di mercato reale e scarsa fiducia nel modello cooperativo come alternativa economica efficace

Per superare barriere come la mancanza di legittimità come attore di mercato, alcune comunità energetiche cercano di non concentrarsi sulle particolarità organizzative del progetto, ma si impegnano con i cittadini offrendo a loro la proprietà del progetto. Tuttavia, una delle questioni chiave per le comunità energetiche è spesso legata alla necessità di promuoversi non solo come progetto valido ed economicamente sostenibile, ma anche come soggetti caratterizzati da obiettivi più profondi: lo sviluppo della produzione di energia rinnovabile e la promozione di un uso più razionale dell'energia. In effetti, il modello comunità energetica non è concepito unicamente come un progetto economico ma si basa sulla promozione di una visione specifica del consumo e della produzione di energia rispettoso dell'ambiente. Sono sempre di più i cittadini che condividono i valori della sostenibilità e dell'attenzione all'ambiente e i progetti di comunità energetica devono puntare proprio su questi valori per ottenere la fiducia delle persone.

- Il livello di sostegno politico alle FER e alle iniziative guidate dai cittadini

Le comunità energetiche affrontano anche barriere legate alla mancanza di conoscenza in materia di energia rinnovabile a livello locale e nazionale. Il coinvolgimento dei cittadini locali è fondamentale per promuovere l'accettazione degli impianti di energia rinnovabile e i paesi in cui le comunità energetiche stanno affrontando una crescita molto lenta sottolineano che ciò dipende da una mancanza di informazioni a livello nazionale che è spesso diffusa attraverso i media e la sfera politica. Un forte e chiaro sostegno della politica nazionale allo sviluppo delle FER non basta se le autorità pubbliche locali non sono informate adeguatamente e consapevoli delle potenzialità dei loro territori; solo così esse punteranno allo sviluppo locale delle fonti rinnovabili. L'autorità locale è quindi un partner essenziale ed utile per fondare una comunità energetica, sia perché proprietaria di un importante parco immobiliare sia perché funge da intermediario fidato tra le comunità energetiche e altri proprietari di immobili, come aziende locali, chiese, scuole e università. I comuni, però, specialmente in Italia devono affrontare un'eccessiva burocrazia e una oramai cronica carenza di personale che può renderli inflessibili ed inerti e solo se dimostrano di essere in grado di diventare più efficienti possono costituire un partner utile della comunità. L'ente locale costituisce quindi un potenziale cliente della comunità energetica (in quanto proprietario di un significativo patrimonio edilizio) e l'attore istituzionale primario in grado di ampliare le azioni della c. e. nel perseguimento di uno sviluppo sostenibile. Anche il sostegno della società civile è un fattore importante da prendere in considerazione, in particolare per le comunità energetiche. In diversi paesi, le c. e. sono spesso supportate dalle ONG ambientali locali o nazionali. Il rapporto con le ONG può essere fondamentale per ottenere maggiore considerazione a livello nazionale nell'ottica di ottenere dei riconoscimenti economici, e poter discutere con l'autorità che gestisce le reti dell'energia elettrica.

## 2) *Fattori economici e gestionali*

Una particolare difficoltà nei progetti di produzione di energia rinnovabile è la quantità di capitale che deve essere investita per coprire i costi iniziali. La particolarità del finanziamento di progetti FER sta nel fatto che i costi di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili (o costo livellato dell'energia - LCOE, che tiene conto del ciclo di vita dell'impianto e dei costi associati al sistema) sono per la maggior parte costituiti dai costi di investimento iniziali, i costi operativi e di manutenzione rappresentano una

percentuale piuttosto bassa del costo livellato (ad eccezione degli impianti a biomassa e biogas). Pertanto le comunità energetiche devono essere in grado di promuovere grandi quantità di capitale quasi dall'inizio del progetto, quando i ricavi di produzione non sono garantiti a breve termine. Ciò rappresenta una difficoltà perché gli investitori devono essere pronti a correre il rischio in anticipo, prima che il progetto possa produrre il suo primo kWh. L'azionariato popolare è un passo fondamentale in un finanziamento di una cooperativa energetica sia perché fa parte delle caratteristiche di una cooperativa avere come fonte di finanziamento i cittadini, ma anche perché gli operatori finanziari non finanziano il 100% di un progetto di una cooperativa attraverso prestiti.

#### - Barriere nella fase di pre-pianificazione

La fase di pre-pianificazione di un progetto è una fase ad alta intensità di capitale e spesso particolarmente lunga a seconda della normativa nazionale. Durante la fase di pre-pianificazione, i progetti difficilmente possono richiedere prestiti da istituti finanziari, anche perché le fasi principali dei progetti devono essere stabilite dapprima attraverso la modellazione del piano d'impresa, la valutazione tecnica della tecnologia che verrà utilizzata, le consultazioni pubbliche per convalida del progetto da parte delle comunità locali, ecc. In questa fase del finanziamento del progetto, le leve del capitale azionario devono essere utilizzate tramite capitale di rischio o sovvenzioni pubbliche a causa del suo livello di rischio. Infine, la fase di pre-pianificazione può essere una fase lunga perché generalmente si deve passare attraverso i processi di autorizzazione quando si crea un progetto di produzione di energia e gli operatori finanziari di solito non assegnano prestiti a progetti che non hanno ancora raggiunto una determinata fase dei processi di autorizzazione. Altre opportunità sono rappresentate dal crowdfunding ma anche alcune banche etiche e cooperative stanno dimostrando sempre più attenzione al finanziamento di progetti relativi alle fonti rinnovabili.

#### - Mancanza di garanzie per i finanziatori

Per le comunità energetiche, l'ostacolo principale è legato alle garanzie che i progetti comunitari non possono dare. Le banche di solito preferiscono fare affari con aziende che potrebbero dimostrare non solo competenze nel campo delle FER (con una comprovata esperienza di progetti) ma anche con garanzie patrimoniali. Nel caso delle cooperative, queste garanzie dovrebbero essere fornite direttamente dai membri, in quanto individui, ed è piuttosto difficile.

La possibile soluzione nel finanziamento dei progetti sono i regimi di sostegno pubblico che sono in atto nei paesi europei per sostenere lo sviluppo delle FER. I meccanismi di finanziamento tramite sovvenzioni e prestiti delle istituzioni pubbliche fanno parte di specifici programmi nazionali o regionali che mirano a finanziare direttamente i progetti durante le fasi di costruzione e avvio dell'iniziativa. La disponibilità e l'implementazione di questi meccanismi e la loro efficienza sono fondamentali per il loro impatto positivo sulle comunità energetiche.

#### - Dimensione del progetto di comunità energetica

Anche la dimensione dei progetti di comunità energetica è stata identificata come una problematica per finanziare le iniziative in analisi da parte degli operatori finanziari. In effetti, la dimensione dei progetti di comunità energetica non è sempre considerata interessante per gli operatori finanziari perché possono essere troppo piccoli o troppo grandi. I grandi progetti non possono essere finanziati attraverso un solo operatore finanziario e deve esserci un pool bancario di diversi operatori finanziari per sostenere

il progetto; i piccoli progetti non sono invece interessanti perché non garantiscono un sufficiente ritorno economico per i finanziatori.

### 3) *Fattori legali e amministrativi*

La maggior parte dei modelli di business delle comunità energetiche si basa su prezzi di mercato regolamentati e schemi di sostegno pubblico. Pertanto, nei paesi in cui la regolamentazione dei regimi di sostegno pubblico è instabile, è molto difficile per le comunità energetiche o altri progetti di energia rinnovabile sviluppare e costruire un solido piano di finanziamento e un modello di business. La stabilità del regolamento è un fattore chiave per il successo dei progetti di energia rinnovabile. D'altra parte gli operatori finanziari tendono a non finanziare progetti di produzione di energia che non hanno ancora convalidato un permesso di costruzione per la loro installazione. Pertanto, la velocità del processo di autorizzazione è anche un fattore particolarmente importante da prendere in considerazione nello sviluppo di una comunità energetica e molti sviluppatori di progetti sottolineano la lunghezza del processo di autorizzazione come barriera fondamentale per il finanziamento delle comunità.

#### - Raccolta di capitali attraverso i cittadini

Uno degli ostacoli è strettamente legato alla capacità delle cooperative di raccogliere capitali attraverso i cittadini. La raccolta di capitali attraverso cittadini che acquistano azioni è la forma preferibile per i progetti di comunità energetica perché consente di rendere partecipe la comunità locale, non solo consultando o informando i cittadini, ma dando loro la possibilità di essere i veri proprietari del progetto. La proprietà rafforza i legami e la responsabilità della comunità locale verso il successo del progetto e aiuta a garantire che i benefici economici del progetto rimangano in loco. Oggi, in diversi paesi come la Germania, l'Italia, il Belgio, il Regno Unito o la Danimarca la maggior parte delle cooperative basa la propria raccolta di capitali sull'acquisto di azioni da parte dei cittadini.

#### - Costi ed accesso alla rete elettrica

Il costo e l'accesso alla rete sono stati identificati come uno degli ostacoli per il finanziamento dei progetti di comunità energetica in diversi paesi europei. Diverse sono le problematiche legate alla rete, tra queste le più importanti riguardano l'accesso e la qualità della rete stessa. In effetti, la rete a volte non è sufficientemente sviluppata in alcune parti d'Europa o non è ben adattata alle energie rinnovabili. Inoltre, se la griglia è satura, il ritardo per collegarsi alla rete è spesso lungo e diventa un fattore cruciale per il successo del progetto. La bassa prevedibilità delle fonti energetiche rinnovabili è spesso menzionata dagli operatori di rete o dalle autorità pubbliche come un fattore che influenza il collegamento alla rete dei progetti FER; tuttavia, oggi, la prevedibilità delle fonti energetiche rinnovabili è buona e non dovrebbe essere un argomento valido per respingere l'allacciamento di impianti da fonti rinnovabili sulla rete. Il costo e la durata delle procedure per accedere alla rete costituiscono un ostacolo tangibile per le attività delle comunità energetiche in quanto possono dipendere dalla data della convalida ufficiale del loro accesso alla rete per avviare il loro progetto, avviare la procedura di autorizzazione o convalidarla, per beneficiare del sostegno finanziario dei loro investitori o dei regimi di sostegno pubblico.

#### - Regolamentazione instabile dei sistemi di incentivazione alle FER e politiche urbanistiche

I progetti di comunità energetica spesso basano il loro modello di business sulla normativa vigente e gli schemi di sostegno pubblico sono presi in considerazione per garantire gli investimenti nei progetti. Questi regimi forniscono di per sé una certa visione per gli investitori a medio-lungo termine e la capacità

di ridurre l'incertezza legata al prezzo di mercato è un enorme elemento di sicurezza per gli operatori finanziari. Tuttavia una regolamentazione instabile è stata identificata come un rischio importante per lo sviluppo del progetto di comunità energetica (o dei progetti FER in generale). L'elemento di stabilità fornito da un sistema pubblico non è abbastanza efficace se i regimi sono modificati di frequente o se il sistema non è sufficientemente efficiente per ridurre l'incertezza per gli investitori. È il caso ad esempio del Belgio, del Regno Unito, della Francia o dell'Italia, dove la stabilità e la chiarezza delle norme per il sostegno finanziario non sono sufficienti, o in Spagna, dove le tariffe sono state modificate retroattivamente. L'instabilità del quadro giuridico costituisce una barriera per finanziare le comunità energetiche come la quantità e la complessità delle normative o la velocità del processo di autorizzazione.

Le politiche urbanistiche e di pianificazione sono molto rilevanti per le comunità energetiche. I governi locali, infatti, con la regolamentazione dell'uso del suolo detengono la chiave per distribuire i sistemi energetici; la responsabilità di sorvegliare l'ubicazione e l'installazione di sistemi energetici su piccola scala e le varie pratiche autorizzative sono sotto il controllo dei governi locali. In effetti, le principali difficoltà nello sfruttare le risorse rinnovabili nell'ambiente costruito sono spesso dovute a piani di uso del suolo e regolamenti edilizi inadeguati che applicano restrizioni obsolete relative, ad esempio, all'altezza, forma ed inclinazione del tetto, o all'uso di aree libere private. Riconsiderare alcune di queste norme in modo da rimuovere inutili barriere all'introduzione di piccoli impianti di energia rinnovabile (fotovoltaico, mini-eolico, ecc.) nell'ambiente costruito risulta fondamentale per i progetti di comunità energetica. I sistemi di regolamentazione degli usi del suolo possono però anche promuovere l'energia rinnovabile. Nella maggior parte degli stati del mondo lo sviluppo del territorio è guidato da piani comprensivi. I Piani comprensivi rappresentano la visione condivisa per la crescita e lo sviluppo futuro di una municipalità attraverso una varietà di elementi che riguardano le residenze, i bisogni di infrastrutture pubbliche, le strutture ricreative, i trasporti, lo sviluppo economico, lo spazio aperto e l'agricoltura. Alcuni stati (o regioni in quegli stati europei in cui le regioni hanno competenze sulla pianificazione come Germania e Italia) hanno incoraggiato una pianificazione comprensiva incentrata sulla sostenibilità e sulle energie rinnovabili richiedendo espressamente la considerazione del risparmio energetico e delle riduzioni delle emissioni.

#### 1.4 La “Oil free zone territorio sostenibile”

##### *Il protocollo di intesa come atto di volontà politica del territorio*

Il territorio pinerolese in data 16 aprile 2019 ha dato vita alla prima oil free zone in Italia denominata “Oil free zone Territorio Sostenibile”, la prima area territoriale nella quale si prevede la progressiva sostituzione del petrolio e dei suoi derivati con energie prodotte da fonti rinnovabili. L’atto formale che ha segnato la nascita della oil free zone è stata la firma del protocollo di intesa da parte dei sindaci del territorio che hanno dimostrato la volontà politica del pinerolese di lavorare su progetti di crescita sostenibile del territorio puntando sulle energie rinnovabili per dare una nuova vocazione green allo stesso. La nascita della oil free zone è preliminare alla costituzione della comunità energetica del pinerolese che sarà il mezzo fondamentale per la sperimentazione di forme di diffusione della produzione e scambio di energia prodotta da fonti rinnovabili. La nascita della oil free zone si deve anche al già citato Consorzio Pinerolo Energia che riunisce le maggiori aziende del pinerolese, insieme a numerosi enti pubblici ed associazioni e che lavora oramai da qualche anno con l’obiettivo di rilanciare il territorio.

Il protocollo di intesa è organizzato in tre parti (denominati *Capi*) e affiancato da un allegato che individua un “*primo programma di attività*”.

Il “*Capo I - Degli elementi essenziali*” è quello dove vengono individuati la denominazione, le finalità e le modalità di adesione per i comuni interessati ad aderire in un secondo momento.

In particolare l’art. 3 – *Finalità* recita: “*Con l’istituzione della Oil free zone, gli Enti locali parti del protocollo d’intesa si prefiggono di raggiungere adeguati standard in materia di sostenibilità ambientale, nonché di promuovere la progressiva fuoriuscita dall’economia basata sul ciclo del carbonio entro l’arco temporale definito nel programma accluso in Allegato “A”, adottato ai sensi dei successivi articoli 7 e 10, anche stimolando l’autoconsumo, massimizzando il ricorso a risorse energetiche locali e abbattendo i costi energetici per i cittadini, le imprese e le municipalità.*”

L’art. 4 – *Adesione di altri enti locali* sottolinea che: “*Gli Enti locali del Pinerolese, quelli contigui a uno o più di essi, e altresì quelli contigui a uno o più degli altri Enti locali che, pur non essendo del Pinerolese, rivestano già la qualità di parti, hanno il diritto di aderire al protocollo d’intesa.*” Questo articolo sottolinea che la oil free zone si potrà allargare fino ai soli comuni contigui all’area del Pinerolese.

Il “*Capo II - Delle attività e della programmazione*” è organizzato negli articoli “*5 - Attività caratteristiche*”, “*6 - Attività strumentali*”, “*7 - Programmazione e impegni finanziari*”.

Alcuni passaggi risultano interessanti come il comma 1 dell’art. 5 che recita: “*Gli Enti locali parti del protocollo d’intesa si impegnano a procedere alla valutazione delle risorse presenti sui rispettivi territori, monitorando o promuovendo il monitoraggio dei consumi delle imprese, delle municipalità e dei singoli cittadini, al fine di pervenire alla redazione di un bilancio energetico tra energia prodotta e fabbisogno di tutte le utenze.*” Questo impegno è fondamentale per poter ragionare sulla fattibilità di una comunità energetica.

Inoltre al comma 2 del medesimo articolo si sottolinea che gli enti locali “*Si impegnano a promuovere iniziative volte a formare produttori e utenti del settore energetico alla produzione e all’utilizzo di energia da fonti rinnovabili, a educare le comunità a un uso consapevole ed ecosostenibile dell’energia, a diffondere una cultura ambientale ed etica orientata all’utilizzo responsabile delle risorse naturali, a valorizzare le pratiche di risparmio energetico e di valutazione dell’impronta ecologica nella gestione*

*domestica e nelle attività produttive.*” La questione della formazione ed educazione dei cittadini risulta fondamentale per raggiungere gli obiettivi della oil free zone.

Al comma 1 dell’articolo 6 si sottolinea un passaggio fondamentale: *“Gli Enti locali parti del protocollo d’intesa riconoscono il ruolo delle comunità energetiche quali mezzo fondamentale per la sperimentazione di forme di efficientamento energetico, di superamento dell’uso di combustibili fossili e di loro derivati e di diffusione della produzione e dell’uso dell’energia derivata da fonti rinnovabili, di ottimizzazione della gestione, di riduzione dei consumi e dei costi.”* Questo comma conferma quindi la comunità energetica come mezzo fondamentale per portare a termine le finalità della oil free zone.

L’allegato A - *primo programma di attività* ha individuato come prima attività che infatti risulta tuttora in corso *“l’avvio della valutazione delle risorse presenti sul territorio”* promuovendo il monitoraggio dei consumi delle aziende, municipalità e cittadini al fine di redigere un bilancio energetico tra energia prodotta e fabbisogno. Questa attività viene portata avanti con la collaborazione tra il Consorzio Pinerolo Energia e il Politecnico di Torino e dovrà estendersi a tutto il territorio della Oil free zone. E’ anche indicata la necessità di *“definire l’orizzonte temporale di una progressiva sostituzione dei combustibili fossili e loro derivati con energie prodotte da fonti rinnovabili”* che sarà individuato in seguito alla conclusione della valutazione indicando comunque che *“la quota del fabbisogno energetico della Oil free zone coperta dall’autoproduzione locale potrà passare dall’attuale valore, inferiore al 10%, al 20% e più entro due anni dalla data di avvio della comunità energetica”*.

## 2. Studi preliminari per la comunità energetica del pinerolese

### 2.1 La metodologia di lavoro

Nello schema di seguito riportato viene schematizzata la metodologia di lavoro che viene seguita nei prossimi due capitoli della tesi. Questa metodologia è stata studiata dal gruppo di ricerca guidato dalla professoressa Mutani e viene messo in pratica per la prima volta in questa tesi. I primi tre punti indicati nello schema sono la strada seguita nel capitolo 2 che consiste in una serie di passaggi o studi preliminari che permettono di ottenere le informazioni indispensabili per arrivare a definire degli scenari (capitolo 3 della tesi) per la comunità energetica. In particolare dopo una sezione dedicata all'inquadramento del territorio pinerolese il sottocapitolo 2.3 si focalizza sul fabbisogno di energia elettrica e termica analizzando i dati misurati di cui si è a disposizione e ricavando con appositi modelli quelli dell'illuminazione pubblica e del consumo termico domestico. Il sottocapitolo 2.4 invece individua tutti gli impianti di produzione di energia elettrica e termica da FER del pinerolese calcolando l'energia prodotta annualmente e mensilmente basandosi su dati produzione di impianti di tipo; il sottocapitolo 2.5 individua invece la quantità di energia producibile nel pinerolese tramite elaborazioni basate sul GIS sfruttando pienamente le risorse di cui il territorio dispone. Infine di interesse è il sottocapitolo 2.7 che individua i vincoli riguardanti l'installazione di nuovi impianti di produzione di energia nel pinerolese secondo il Piano Energetico Ambientale Regionale; sulla base di questi vincoli, se necessario, viene ricalcolata la quantità di energia producibile. Il capitolo 3 individua, infine, tre scenari di fattibilità della comunità energetica del pinerolese alla luce degli studi portati avanti nel capitolo precedente e dei requisiti minimi indicati dalla norma regionale e descritti nel primo capitolo.

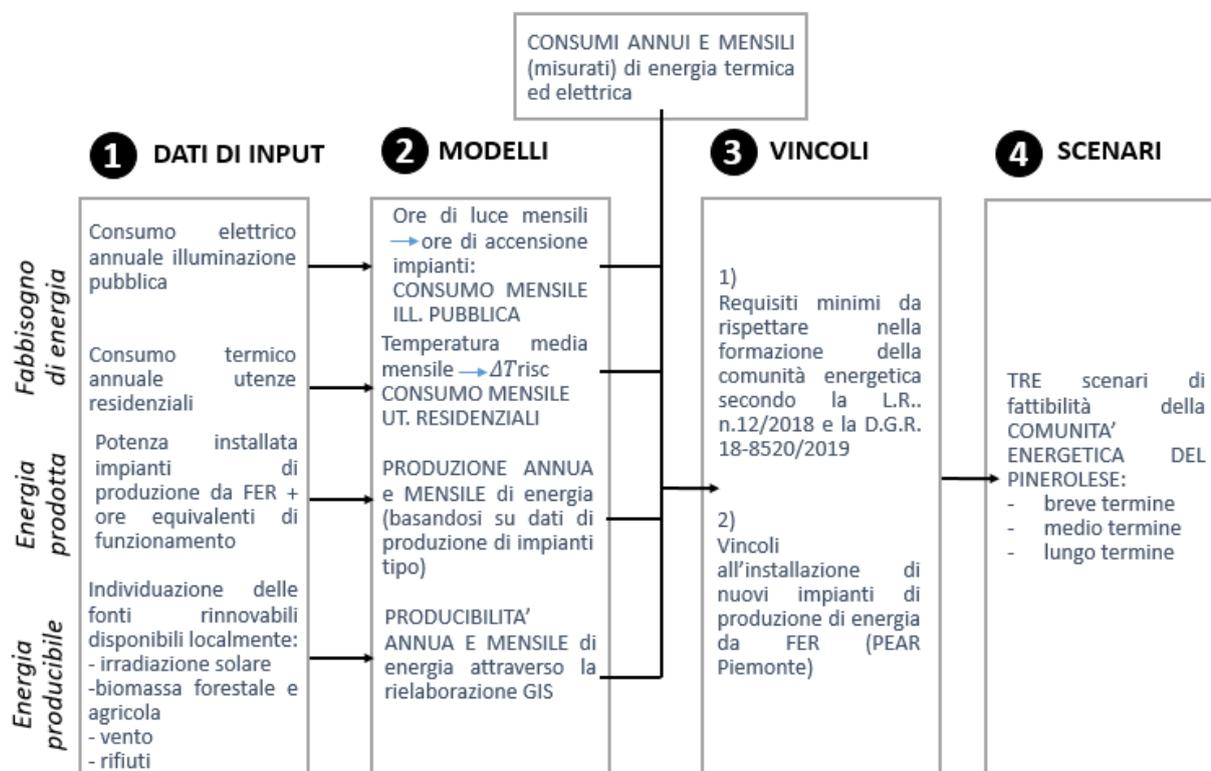
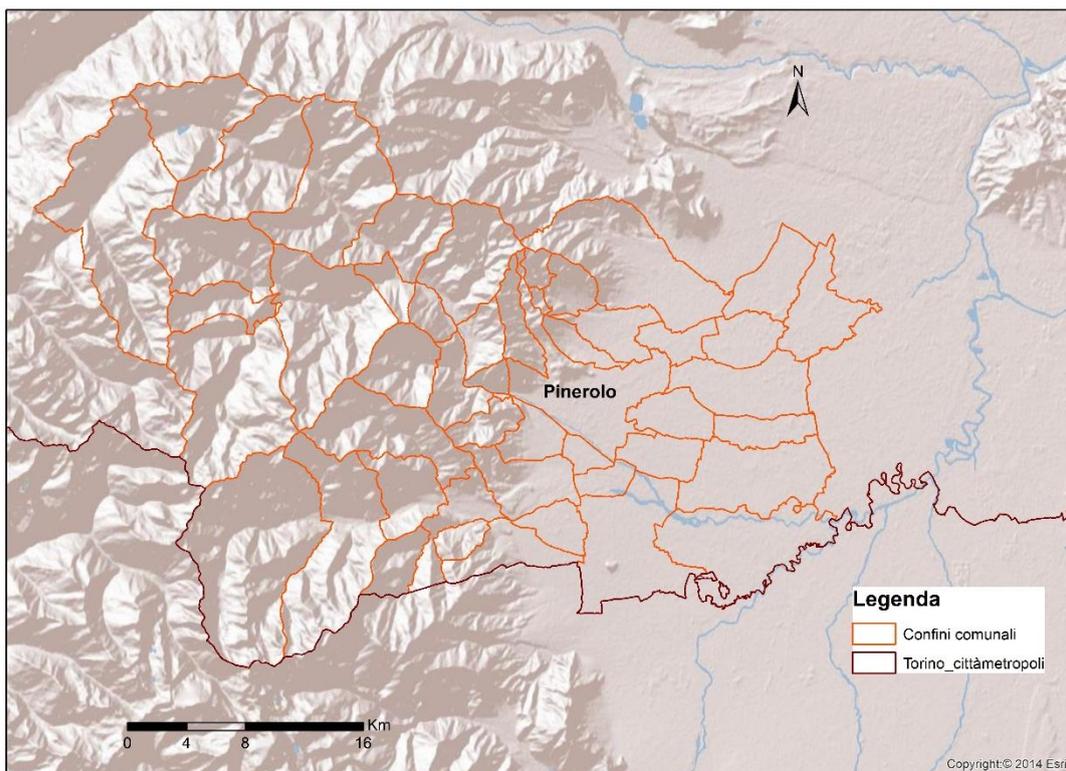


Immagine 11– Schema della metodologia di lavoro (Elaborazione propria)

## 2.2 Inquadramento del territorio in analisi

Il territorio del Pinerolese che è caratterizzato da 47 Comuni con una popolazione complessiva di circa 150.000 abitanti ed una superficie di 1347,87 km<sup>2</sup>. Quarantacinque di questi fanno parte della “Zona 5 Pinerolese” della città Metropolitana di Torino mentre i comuni di None e Volvera fanno parte della “Zona 3 Area Metropolitana Torino Sud”. Tutti i quarantasette comuni storicamente fanno riferimento alla città di Pinerolo per i servizi sovralocali (ospedale e altri servizi di livello sovracomunale) e fanno parte del bacino di gestione dei rifiuti n.12 il cui servizio è gestito dalla società partecipata dai comuni stessi “Acea Pinerolese Industriale S.P.A.”. La carta sotto riportata permette di apprezzare l’orografia del territorio analizzato che è caratterizzato da aree montane verso Ovest, una fascia pedemontana al centro dove è anche localizzata la città di maggior rilievo ovvero Pinerolo e un’area di pianura verso Est.



*Carta 1– Il territorio Pinerolese, elaborazione propria*

Questo territorio viene analizzato sotto due punti di vista:

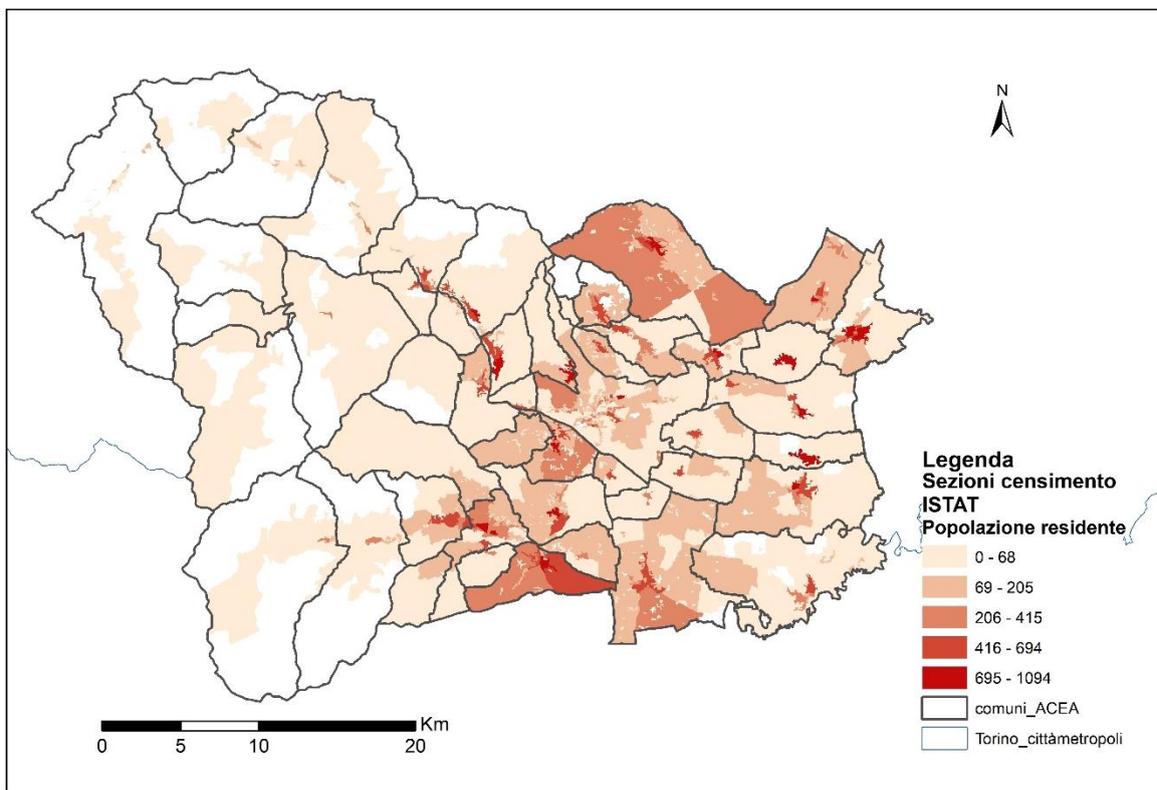
- 1-Caratteristiche della popolazione e famiglie;
- 2-Condizione degli edifici.

Tali analisi vengono condotte sulla base dei dati ISTAT con riferimento al “Censimento Popolazione ed Abitazioni 2011”[10]; l’analisi delle caratteristiche del territorio è stata fatta tenendo presente l’obiettivo di questo lavoro che è l’attivazione di una comunità energetica quindi particolare attenzione è stata riservata a dati utili per questo fine mentre altri dati non sono stati oggetto di approfondimento in quanto non utili per il fine del lavoro. Alcuni dei dati analizzati sono stati confrontati con il valore medio della Città Metropolitana di Torino e della Regione Piemonte per comprendere meglio le particolarità che caratterizzano questo territorio.

## 1- Caratteristiche della popolazione e famiglie

### *Popolazione residente*

La popolazione residente nei 47 comuni che compongono il Pinerolese è pari a 149113 abitanti (ISTAT 2011) che equivale al 6,7% della popolazione della Città Metropolitana di Torino (2 247 780 abitanti) e al 3,4% di quella piemontese pari a 4 363 916 abitanti. Per quanto riguarda la distribuzione della popolazione nel Pinerolese la carta sotto riportata (dati per sezioni di censimento) mostra che le sezioni caratterizzate da un maggior numero di popolazione residente sono quelle site sulla destra della carta ovvero le aree di pianura e pedemonte. Le località site in montagna hanno una popolazione residente sempre più bassa rispetto al resto del territorio. La distribuzione non uniforme della popolazione residente dovrà essere tenuta in considerazione per quanto riguarda i consumi di energia ad uso domestico che sarà concentrata nelle zone caratterizzate da maggiore popolazione residente.



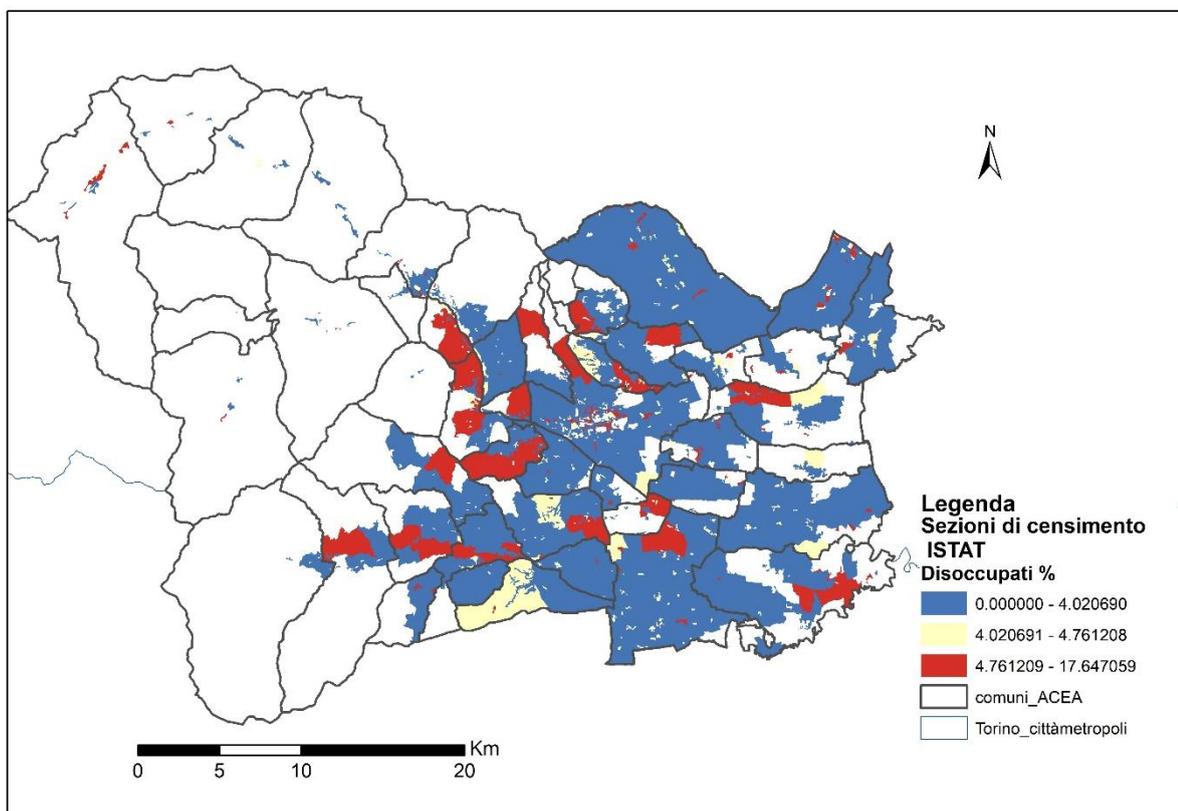
*Carta 2– Popolazione residente per sezione di censimento, elaborazione propria su dati ISTAT 2011*

### *Densità abitativa*

Questo indicatore viene calcolato come rapporto tra il numero di residenti totali e la superficie espressa in km<sup>2</sup> ed esprime quanto la popolazione è concentrata sul territorio in analisi. Per il pinerolese questo dato è pari a 110.6 ab/km<sup>2</sup> dato molto più basso rispetto a quello della Città Metropolitana di Torino pari a 330,97 ab/km<sup>2</sup> e anche più basso rispetto alla media regionale di 171,6 ab/km<sup>2</sup>. Il valore basso di questo indicatore è dovuto alla bassa densità che caratterizza i comuni montani che riguardano una parte consistente del territorio pinerolese.

### *Disoccupati (% sulla popolazione totale)*

La carta sotto riportata individua la percentuale di disoccupati per ogni sezione di censimento del pinerolese; osservando la carta si notano molti “buchi” in quanto per alcune sezioni di censimento non c’è una popolazione sufficiente tale da rispettare la privacy del dato e quindi vengono escluse dall’analisi. Il dato del Pinerolese viene confrontato con quello del Piemonte dove l’indice di disoccupazione è pari al 4,25% e quello della Città Metropolitana di Torino pari al 4,64% e risulta più basso ad entrambi con una media pari a 2,97%. Nella carta si è deciso di colorare in blu le sezioni con un indice di disoccupazione minore rispetto ai valori medi regionali e della città metropolitana e in rosso quelle che registrano un valore superiore. La prevalenza di sezioni di colore blu confermano una percentuale di disoccupati bassa nel territorio in analisi. Tale dato positivo è interessante ai fini dell’attivazione della comunità energetica in quanto un basso numero di disoccupati equivale ad una popolazione che ha maggiori possibilità di investire in impianti di produzione di energia rinnovabile e/o di acquistare quote di partecipazione della nascente comunità energetica.

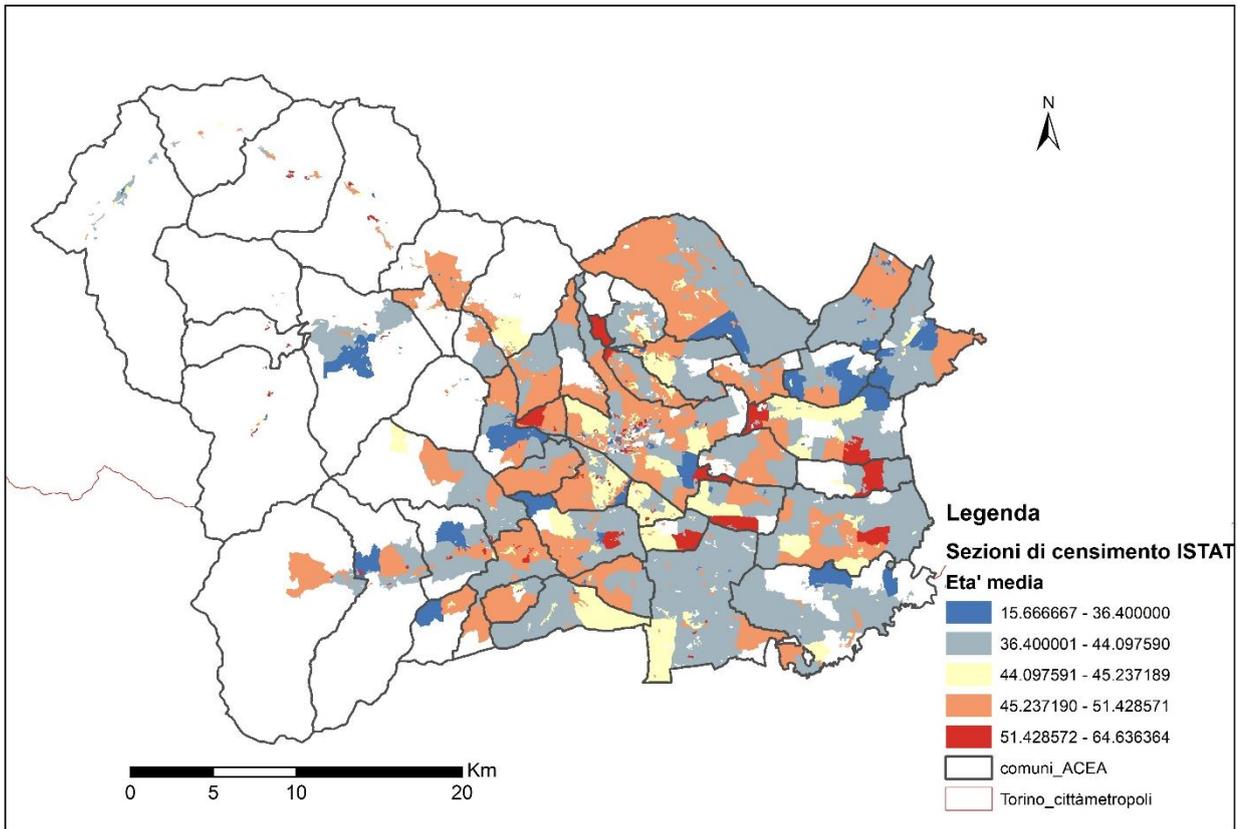


*Carta 3– Disoccupati per sezione di censimento, elaborazione propria su dati ISTAT 2011*

### *Età media*

La carta sotto riportata individua l’età media per ogni sezione di censimento del pinerolese; il dato del Pinerolese viene confrontato con quello del Piemonte dove l’età media è pari al 44,9 e quello della Città Metropolitana di Torino pari al 44,5 e risulta più basso ad entrambi con un valore pari a 44,09. Anche in questo caso nella carta si è deciso di colorare in blu le sezioni con un valore minore rispetto ai valori

medi regionali e della città metropolitana e in rosso quelle che registrano un valore superiore. La prevalenza di sezioni di colore blu confermano un'età media leggermente più bassa della media nel territorio in analisi. Tale dato anche in questo caso va interpretato positivamente ai fini dell'attivazione della comunità energetica in quanto un'età media più bassa equivale ad una popolazione che ha maggiori stimoli ed interesse per investire in tecnologie nuove come gli impianti di produzione di energia rinnovabile. Per quanto riguarda la distribuzione del dato a livello territoriale non si notano particolari zone caratterizzate da un'età media più elevata a parte la porzione più bassa della Val Chisone dove per tutte le sezioni di censimento l'età media è superiore alla media.

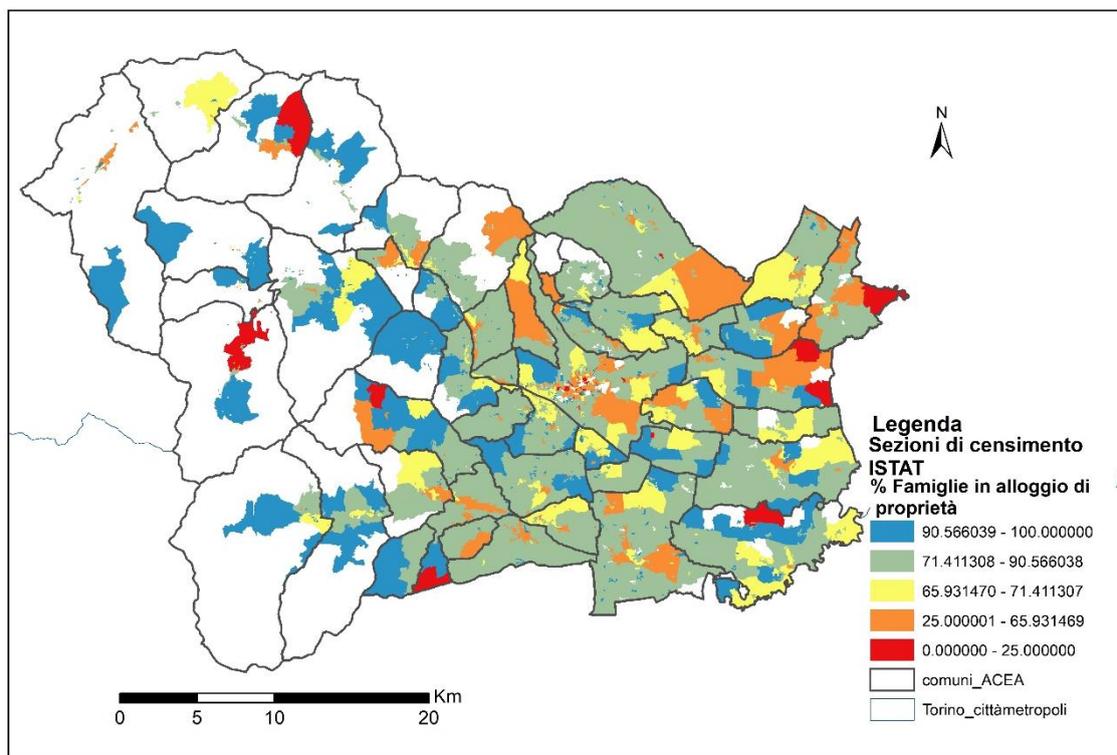


Carta 4– Età media per sezione di censimento, elaborazione propria su dati ISTAT 2011

#### % Famiglie in alloggi di proprietà

La carta sotto riportata la percentuale di famiglie in alloggio di proprietà per ogni sezione di censimento del pinerolese; il dato del Pinerolese viene confrontato con quello del Piemonte dove la percentuale è pari al 69.77% e quello della Città Metropolitana di Torino pari al 69.27% e risulta più alto ad entrambi con un valore pari al 74,94%. Anche in questo caso nella carta si è deciso di colorare in blu le sezioni con un valore migliore rispetto ai valori medi regionali e della città metropolitana e in rosso quelle che registrano un valore peggiore. La prevalenza di sezioni di colore blu confermano una percentuale più elevata nel territorio in analisi. Tale dato anche in questo caso va interpretato positivamente ai fini dell'attivazione della comunità energetica in quanto un alloggio di proprietà corrisponde ad una popolazione che ha maggiori interessi per investire in tecnologie nuove come gli impianti di produzione

di energia rinnovabile o per interventi di riqualificazione energetica. Per quanto riguarda la distribuzione del dato a livello territoriale non si notano particolari differenze.



*Carta 5– % famiglie in alloggio di proprietà per sezione di censimento, elaborazione propria su dati*

*ISTAT 2011*

## 2- Caratteristiche degli edifici

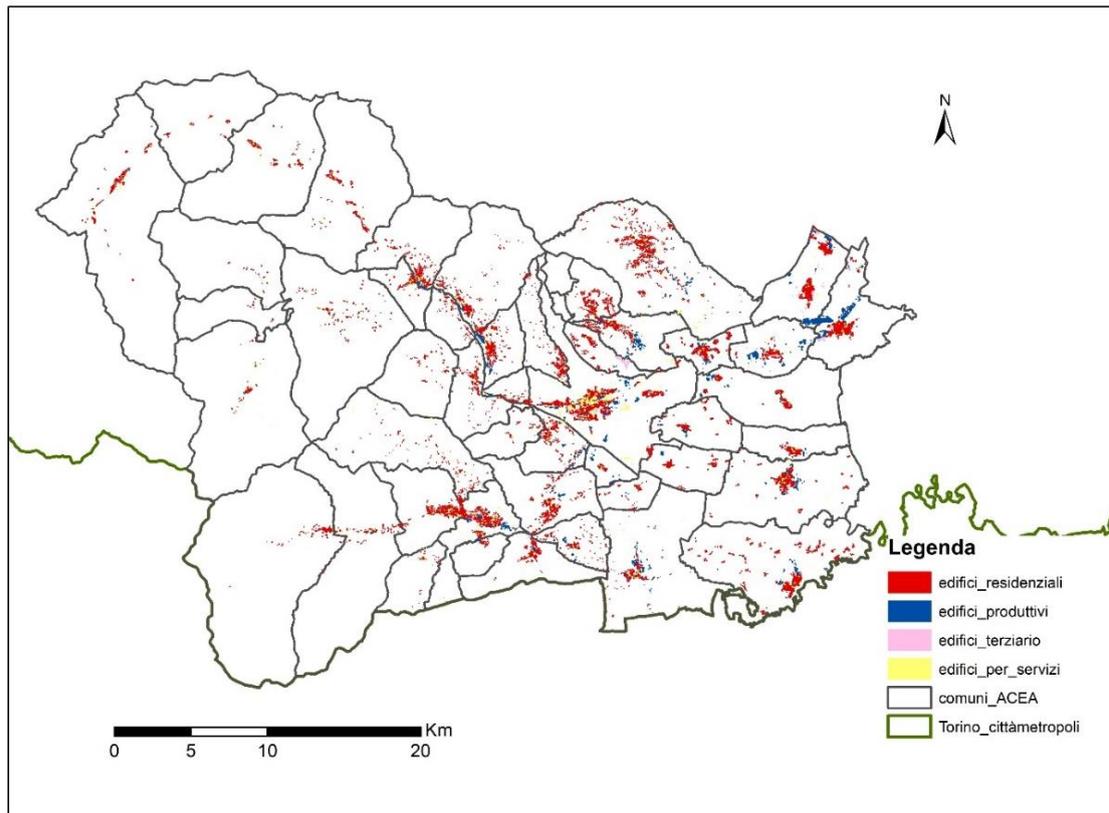
### Tipologia degli edifici

Per prima cosa si è deciso di classificare gli edifici presenti nel pinerolese nelle destinazioni d'uso principali:

- edifici residenziali;
- edifici ad uso produttivo;
- edifici ad uso terziario;
- edifici per servizi di interesse collettivo.

Ciò è stato possibile avvalendosi del file vettoriale "Mosaico dei P.R.G. della Città Metropolitana di Torino" che consiste nella classificazione semplificata delle destinazioni d'uso esistenti e/o previste dai Piani Regolatori dei comuni della Città Metropolitana. In particolare tale file è stato collegato in ambiente gis al file vettoriale dell'edificato ai fini della sua caratterizzazione nelle quattro destinazioni d'uso prevalenti. Ognuna delle quattro destinazioni d'uso ha un peso diverso sul totale dell'edificato. Gli edifici residenziali sono quelli preponderanti, coprendo il 65,98% della superficie costruita seguiti dagli edifici produttivi che costituiscono il 24,11% della superficie; gli edifici per servizi riguardano il 7,87%

dell'edificato totale mentre gli edifici ad uso terziario sono solo il 2,04%. Osservando la distribuzione delle diverse tipologie nel Pinerolese si nota che quelli residenziali sono presenti in tutto il territorio raggiungendo le concentrazioni maggiori nei comuni di pianura e delle aree pedemontane; nelle aree montane questi sono localizzati quasi esclusivamente nelle zone di fondovalle. Gli edifici produttivi di dimensioni più importanti sono localizzati nel comune di Pinerolo e lungo l'asse di collegamento con Torino, pur caratterizzando anche le zone di fondovalle della Val Pellice e Val Chisone. Gli edifici che ospitano servizi sono principalmente localizzati a Pinerolo confermando l'attrattività di questo comune per il territorio circostante.

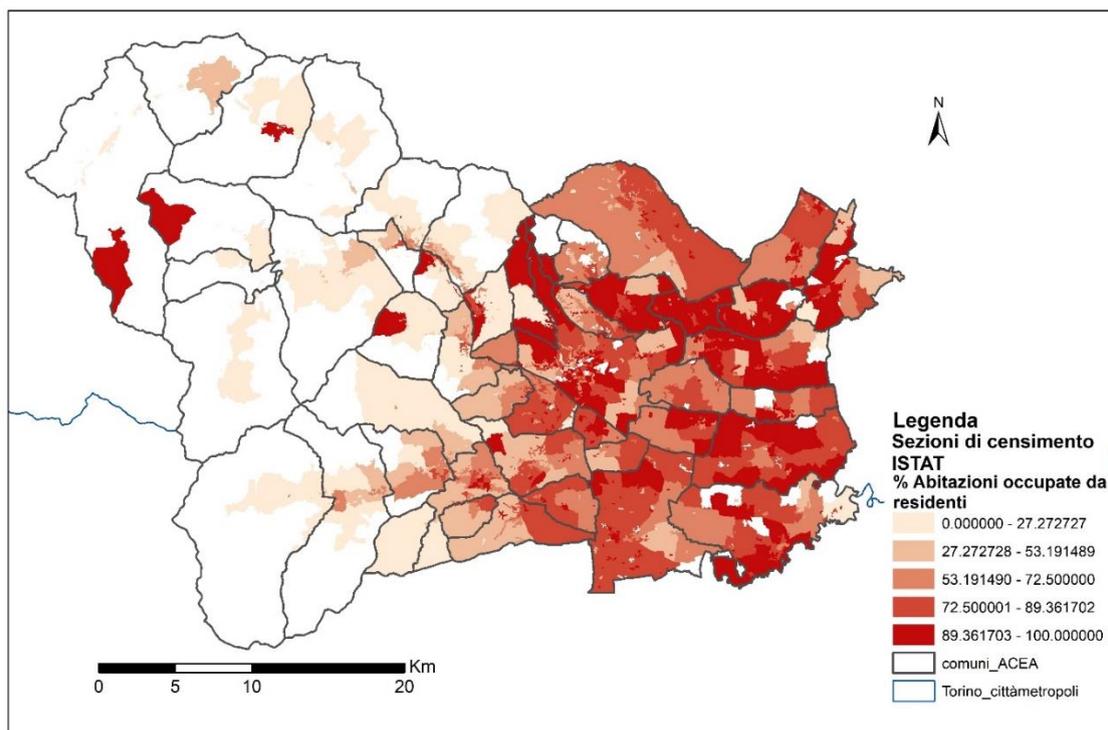


*Carta 6– Tipologia degli edifici, elaborazione propria*

Per gli edifici residenziali che riguardano circa i due terzi degli edifici totali sono state fatti ulteriori approfondimenti di seguito riportati.

#### *% Abitazioni occupate da residenti sul totale*

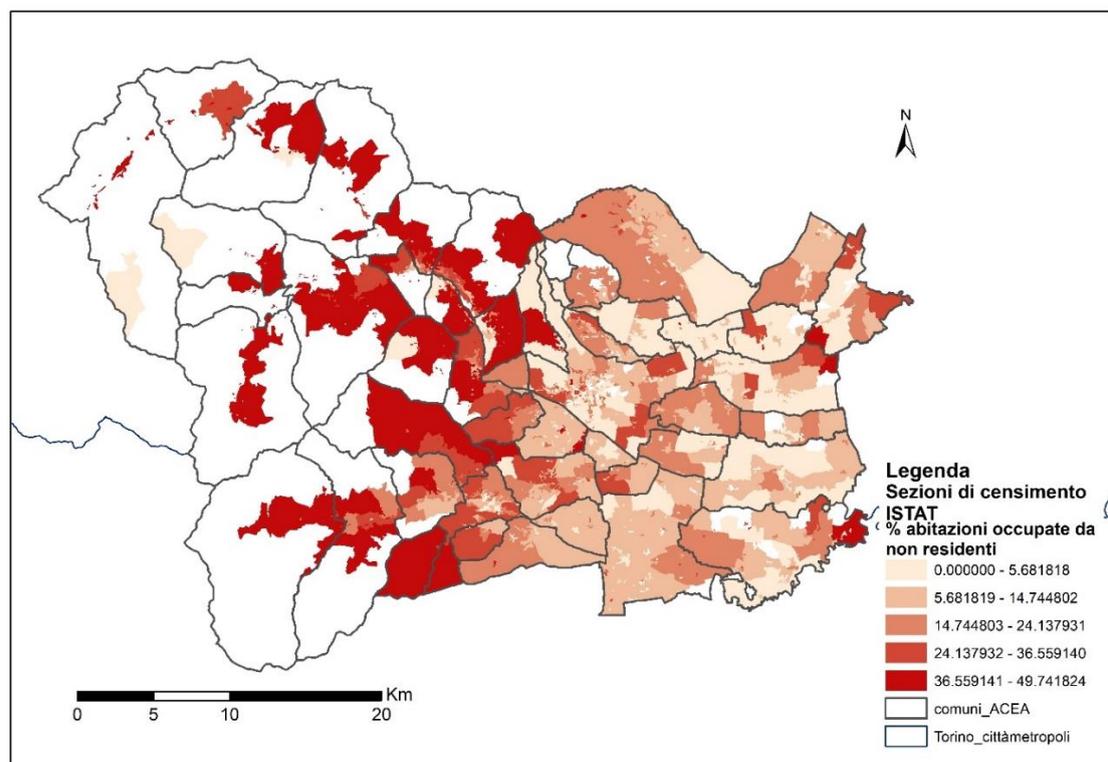
Per quanto riguarda la percentuale di abitazioni occupate da residenti sul totale nel Pinerolese in media il 64.25% degli edifici residenziali sono stabilmente occupati da residenti. Tale dato appare decisamente più basso rispetto a quello regionale pari al 78,5% e a quello della Città Metropolitana di Torino pari all'84,16%. Ciò è dovuto alla presenza nel pinerolese di aree montane dove le abitazioni non sono stabilmente occupate da residenti ma utilizzate come seconde case. Ciò è confermato dalla carta sotto riportata dove si nota che le sezioni di censimento con le percentuali più basse di abitazioni occupate da residenti sono proprio localizzate nelle aree montane del territorio in analisi. Nel successivo paragrafo verrà riportata la percentuale di abitazioni occupate da non residenti (secondo case) per confermare quanto affermato.



*Carta 7– % Abitazioni occupate da residenti, elaborazione propria*

**% Abitazioni occupate da non residenti sul totale**

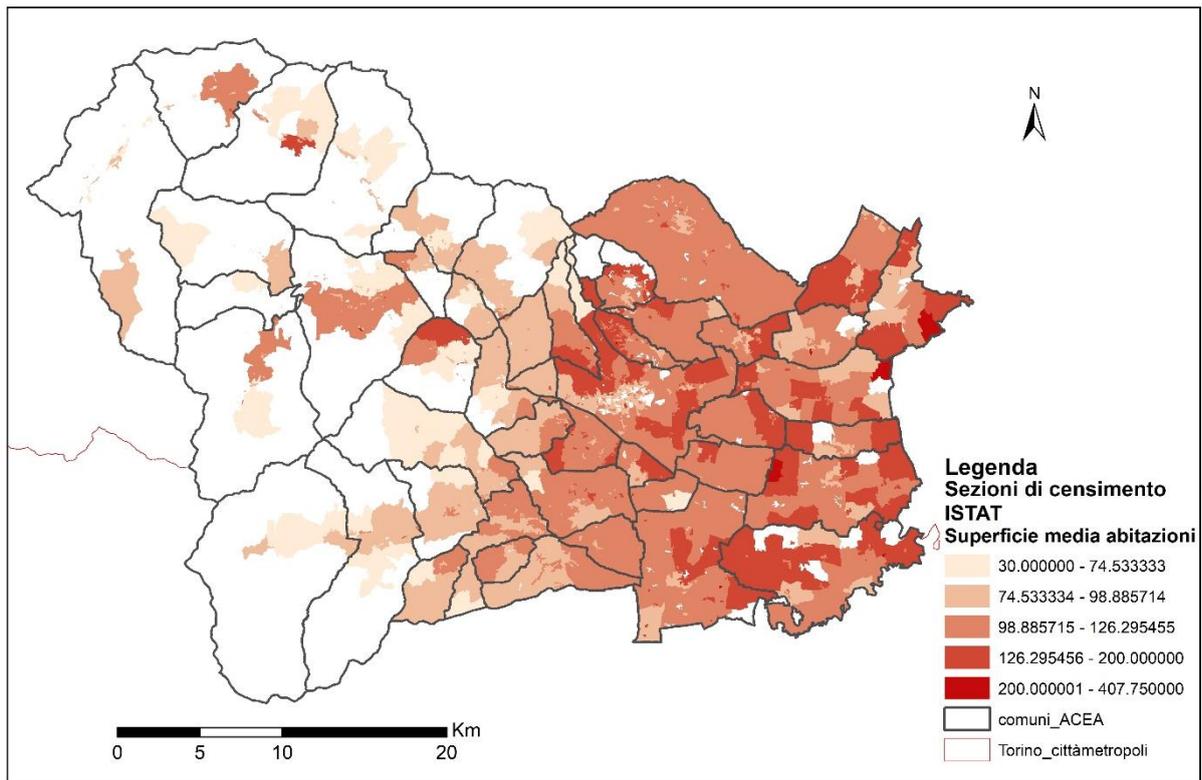
La carta sotto riportata conferma che le percentuali più elevate di abitazioni occupate da non residenti sono localizzate nelle tre valli alpine confermando quanto affermato in precedenza.



*Carta 8– % Abitazioni occupate da non residenti, elaborazione propria*

### *Superficie media delle abitazioni occupate da residenti*

La superficie media delle abitazioni occupate da residenti nel pinerolese è pari 99.50 m<sup>2</sup>, un valore decisamente più elevato rispetto al dato piemontese, pari a 73,45 m<sup>2</sup> e anche maggiore al dato della Città Metropolitana di Torino uguale a 89,08 m<sup>2</sup>. Per quanto riguarda la distribuzione del dato nel territorio in analisi sono le aree di pianura e pedemonte ad essere caratterizzate da abitazioni con le superfici più elevate. La superficie media più elevata delle abitazioni nel pinerolese è un dato che va interpretato ed è legato principalmente al fatto che il territorio ha una densità abitativa bassa con un numero relativamente basso di condomini e molte case uni o bi-famigliari che solitamente sono caratterizzate da superfici più elevate. Dal punto di vista energetico una superficie mediamente più elevata delle abitazioni porterà a maggiori consumi in particolare per quanto riguarda l'energia termica da utilizzare per il riscaldamento.



*Carta 9 – Superficie media abitazioni occupate da residenti, elaborazione propria*

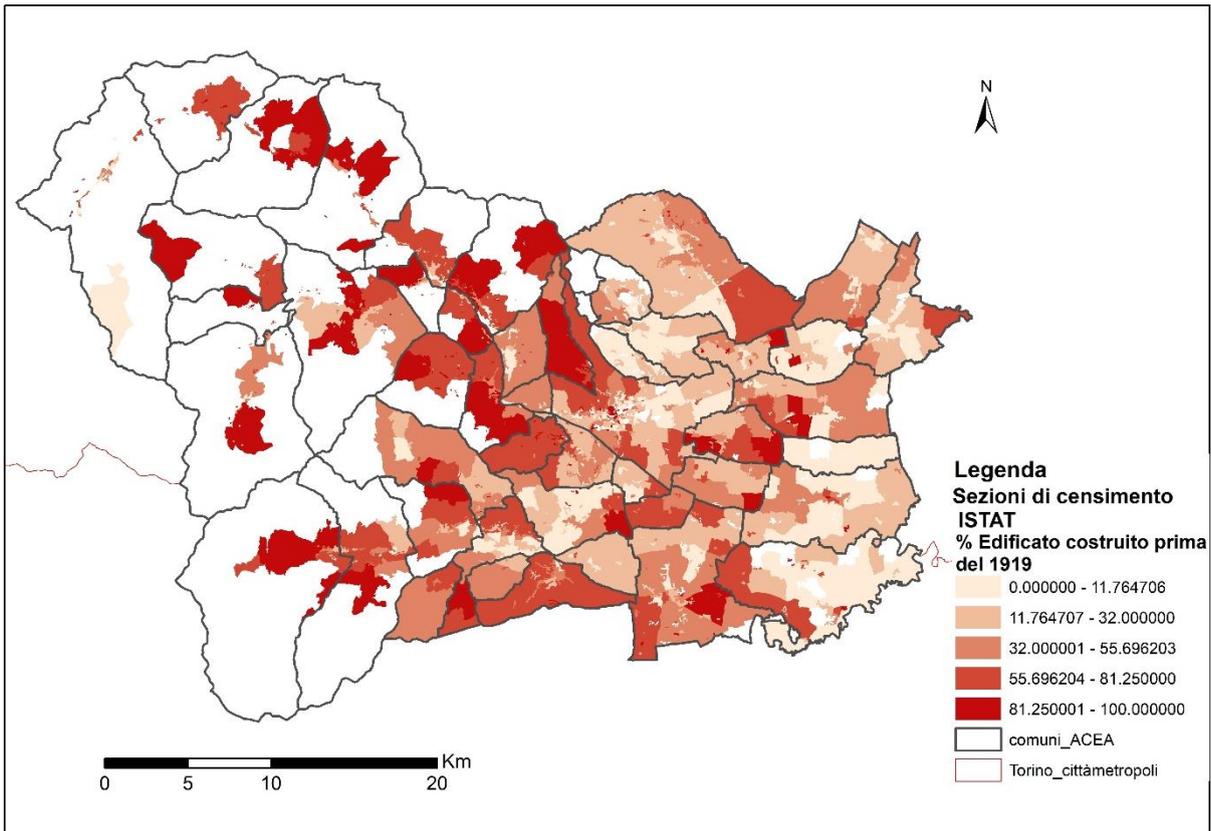
### *Epoca di costruzione degli edifici residenziali*

La tabella di seguito riportata mostra la percentuale delle abitazioni realizzate nelle diverse epoche di costruzione per il pinerolese, la Città Metropolitana di Torino e il Piemonte. E' possibile notare che gli edifici residenziali nel pinerolese sono stati costruiti principalmente prima del 1980 (circa l'84%); una buona percentuale di questi è stata costruita prima del 1919 (38,71%). Solo circa il 16% degli edifici è stato costruito dopo il 1980. La principale differenza rispetto ai dati della Città Metropolitana di Torino e del Piemonte riguarda la percentuale di edifici costruiti prima del 1919 che è più alta nel pinerolese di circa 10 punti percentuali. Sono quindi particolarmente numerose le case storiche presenti nel territorio in analisi e di questo occorrerà tenere presente in quanto queste abitazioni saranno caratterizzate da consumi energetici maggiori di quelle più recenti e necessiteranno di interventi di riqualificazione energetica particolari.

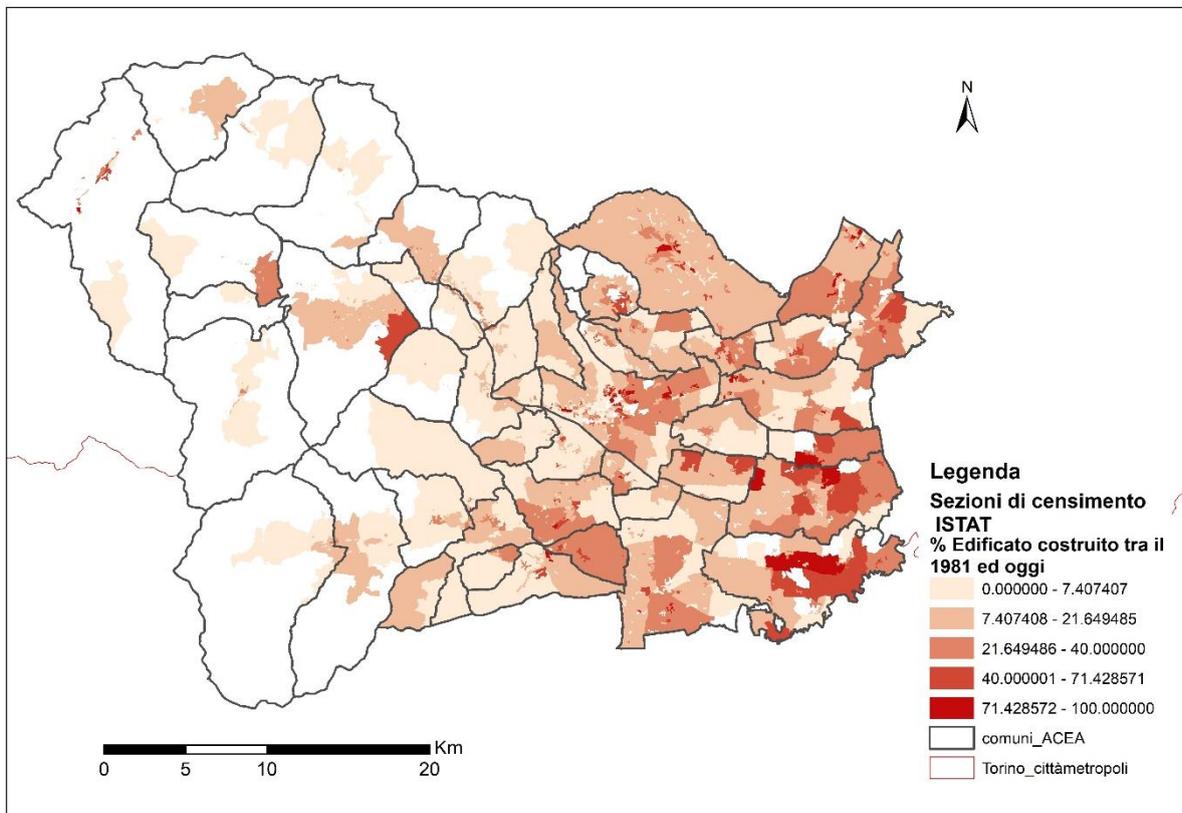
<b>Epoca di costruzione</b>	<b>Pinerolese [%]</b>	<b>Città Metropolitana di Torino [%]</b>	<b>Piemonte [%]</b>
Prima del 1919	<b>38.71</b>	25.43	29.59
Tra il 1919 e il 1945	<b>12.24</b>	13.63	15.35
Tra il 1946 e il 1960	<b>9.97</b>	12.97	12.02
Tra il 1961 e il 1970	<b>11.20</b>	15.88	13.62
Tra il 1971 e il 1980	<b>11.69</b>	13.11	12.01
Tra il 1981 e il 1990	<b>5.78</b>	7.01	6.46
Tra il 1991 e il 2000	<b>4.08</b>	5.31	5.01
Tra il 2000 e il 2005	<b>3.45</b>	3.65	3.20
Dopo il 2005	<b>2.87</b>	3.02	2.71

*Tabella 3 – % Abitazioni costruite nelle diverse epoche, elaborazione propria*

Per l'epoca di costruzione più rilevante nel pinerolese viene riportata di seguito una carta per comprendere meglio come queste abitazioni si distribuiscono sul territorio. Osservando la carta si nota che la maggior parte di questi edifici sono localizzati nelle valli alpine; questi territori sono quelli che nell'800 e nel primo '900 hanno visto una forte crescita demografica trainata dall'affermarsi del settore industriale che in queste zone era favorito dalla presenza di acqua corrente. Con il passare degli anni tali zone con le relative abitazioni sono state in parte abbandonate a favore delle aree di pianura e pedemonte che hanno visto nel corso del ventesimo secolo una continua crescita di popolazione e abitazioni. La carta riguardante la percentuale di abitazioni costruite dopo il 1980 conferma quanto appena affermato ovvero che nel periodo più recente la maggior parte delle nuove costruzioni ha riguardato le aree di pianura e pedemonte.



*Carta 10 – % abitazioni costruite prima del 1919, elaborazione propria*



*Carta 11– % abitazioni costruite dopo il 1980, elaborazione propria*

## 2.3 Il fabbisogno di energia nel Pinerolese

Ai fini di valutare degli scenari di fattibilità per la futura comunità energetica del pinerolese è indispensabile individuare ed analizzare gli attuali consumi che caratterizzano il territorio analizzato per quanto riguarda l'energia elettrica e termica.

### 2.3.1 Fabbisogno elettrico

I consumi elettrici che sono stati raccolti o modellizzati si distinguono in:

- 1) consumi annuali, su base comunale, suddivisi negli usi terziario, residenziale, illuminazione pubblica, agricoltura ed industria, questi dati sono stati forniti dall'ente distributore di energia elettrica Enel Distribuzione;
- 2) consumi mensili forniti da diciassette attività economiche e sei Comuni, consumi delle utenze residenziali dei 47 comuni basati su valori medi di consumo forniti e i dati modellizzati dell'illuminazione pubblica dei 47 comuni.
- 3) consumi orari per alcuni giorni tipo nelle stagioni invernale ed estiva forniti da undici attività manifatturiere, profili degli utenti residenziali ottenuti da valori medi di consumo forniti e i dati modellizzati dell'illuminazione pubblica dei 47 comuni.

#### 1) Consumi annuali

A differenza dei precedenti studi sulla comunità energetica dove i consumi annui elettrici su base comunale si distinguevano soltanto in consumi elettrici "domestici" e relativi ad "altri usi" oggi, grazie ai dati forniti al gruppo di ricerca da Enel Distribuzione, è possibile avere una suddivisione più specifica dei vari utilizzi; tale suddivisione riguarda dati di consumo dell'anno 2017.

#### Consumi globali del Pinerolese

Prima di tutto appare interessante analizzare i consumi globali del territorio in analisi (47 Comuni) suddivisi nelle cinque tipologie prima citate. Nella tabella 4 sotto riportata si possono apprezzare i consumi, per tipologia, in valori assoluti. Il consumo annuo totale è pari a 702,4 GWh.

[KWh]	Terziario	Residenziale	Ill. pubblica	Agricoltura	Industria	TOTALE
<b>Valore assoluto</b>	220007996	144830987	15839883	18307668	303392459	702378993

*Tabella 4– Consumi globali 2017, valori assoluti (Elaborazione propria)*

Di seguito viene riportato un grafico a torta dove sono stati inseriti i valori percentuali per apprezzare meglio il peso delle diverse tipologie sul totale dei consumi. Appare evidente che il settore industriale è quello più energivoro per il Pinerolese assorbendo ben il 43,2 % dell'energia consumata totalmente seguito da quello terziario (31,3 %) e poi da quello residenziale (20,6 %). I settori con consumi più limitati sono quelli dell'illuminazione pubblica e dell'agricoltura

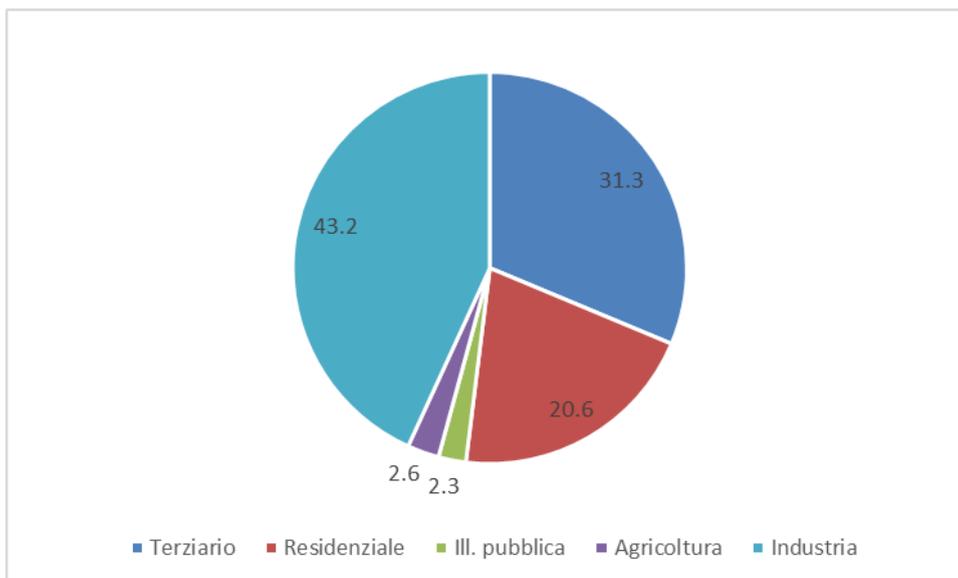


Immagine 12– Consumi globali 2017, valori percentuali (Elaborazione propria)

### Consumi per singoli comuni del Pinerolese

Di seguito vengono invece analizzati i consumi totali e per tipologia su base comunale; tali dati sono stati anche inseriti in ambiente GIS per meglio comprendere la distribuzione dei carichi elettrici all'interno del territorio analizzato.

#### *Consumi del settore terziario*

Il grafico sotto riportato evidenzia che i consumi nel settore terziario raggiungono il valore più elevato nel comune di Villar Perosa (pari a 58,1 GWh) a cui fanno seguito quelli di Pinerolo, None e Buriasco.

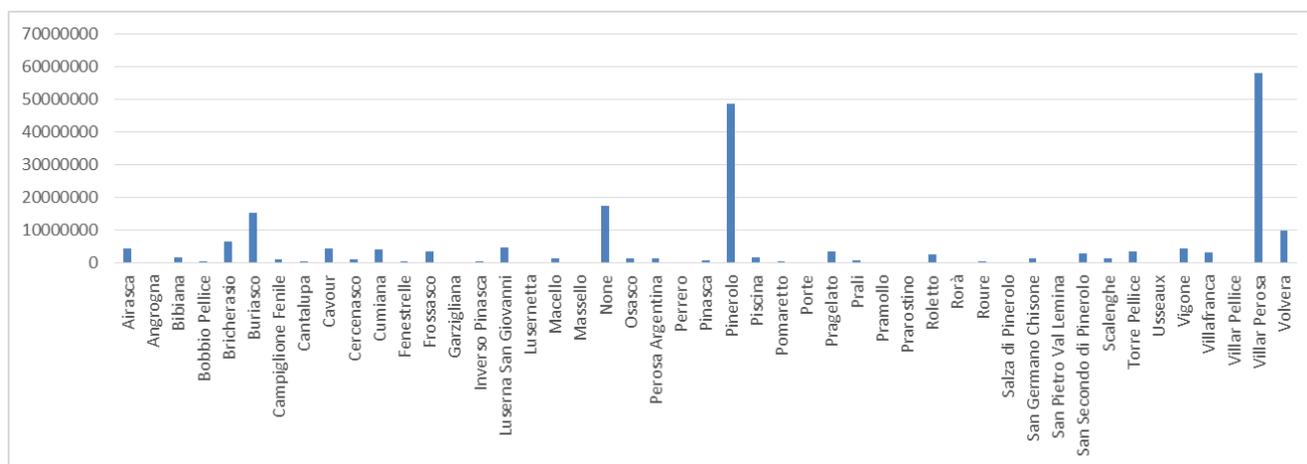
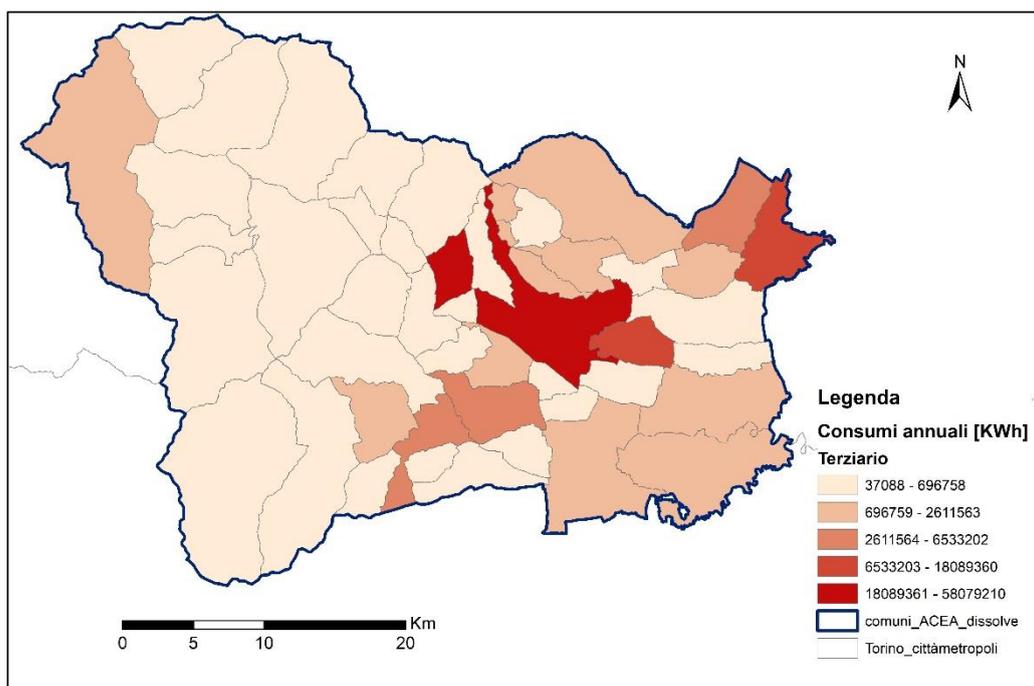


Immagine 13– Consumi settore terziario 2017[KWh], dato comunale (Elaborazione propria)

Per quanto riguarda la distribuzione dei consumi nel territorio si nota che i maggiori consumi del settore terziario si distribuiscono nei comuni delle zone di Pinerolo e None.



Carta 12– Consumi settore terziario 2017, dato comunale (Elaborazione propria)

### Consumi del settore residenziale

Il grafico sotto riportato evidenzia che i consumi nel settore residenziale raggiungono il valore più elevato nel comune di Pinerolo, qui pari a 33,5 GWh, da notare che tale valore è circa la metà del valore massimo di consumi del settore terziario prima indicato. Tutti gli altri comuni hanno valori di consumo nettamente inferiori e simili e ciò dipende dal gran numero di abitazioni e residenti che caratterizzano la sola città di Pinerolo. Un discorso a parte riguarda i comuni montani che sono caratterizzati da valori minimali dovuti all'esiguo numero di residenti che li caratterizzano.

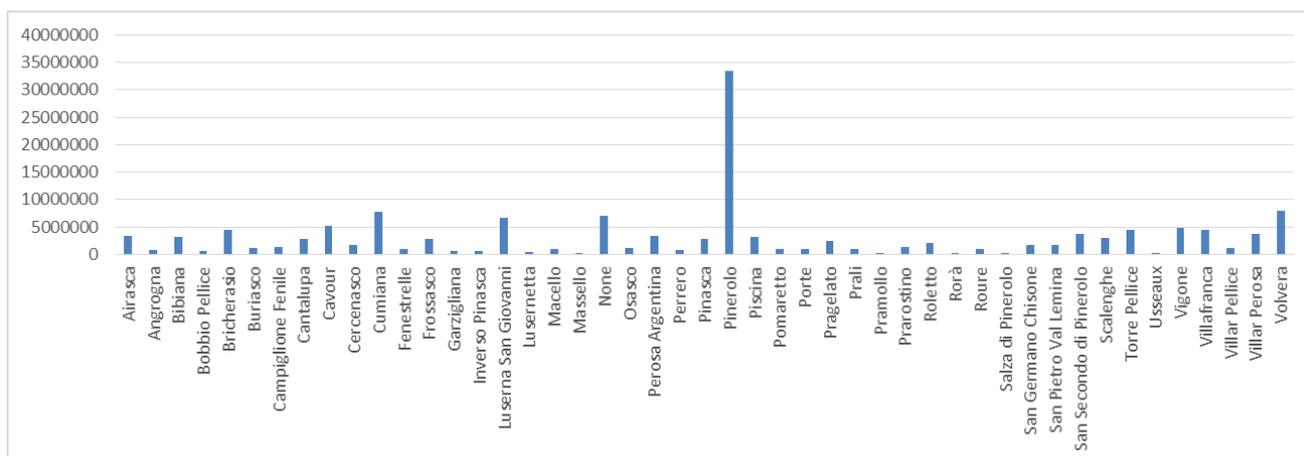
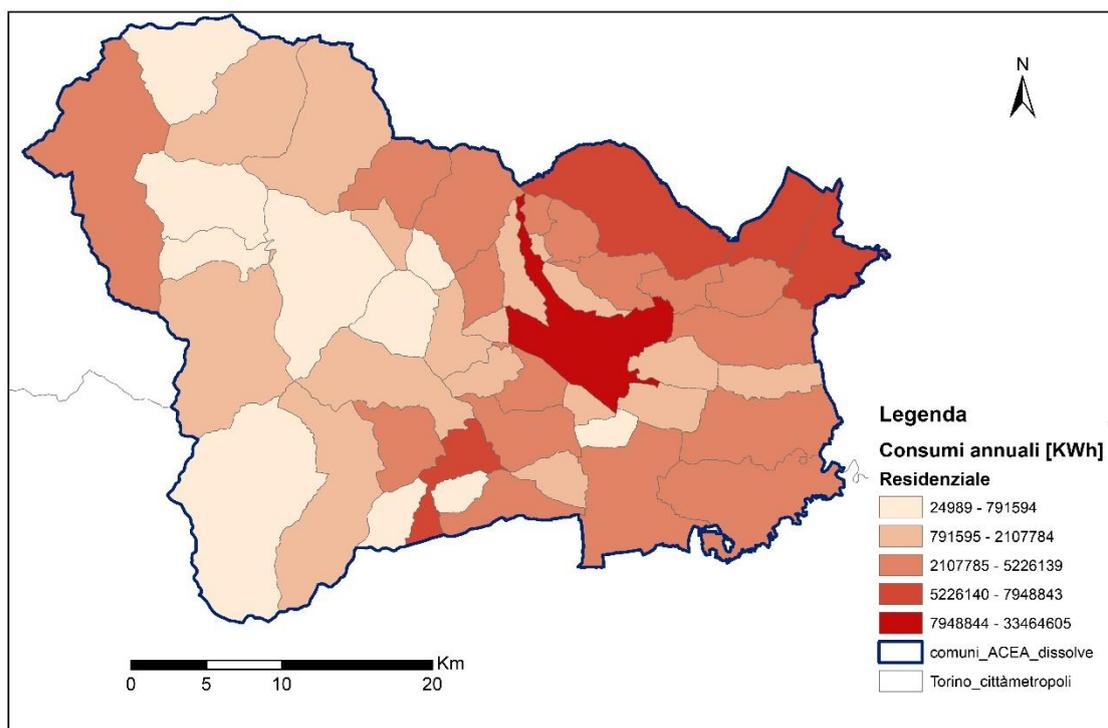


Immagine 14– Consumi settore residenziale 2017[KWh], dato comunale (Elaborazione propria)

Per quanto riguarda la distribuzione dei consumi nel territorio si nota che i maggiori consumi del settore in analisi si distribuiscono tra Pinerolo e i comuni di None, Volvera, Cumiana.



Carta 13– Consumi settore residenziale 2017, dato comunale (Elaborazione propria)

### Consumi del settore industriale

Il grafico sotto riportato evidenzia che i consumi nel settore industriale raggiungono il valore più elevato nel comune di Airasca (pari a 75 GWh) a cui fanno seguito quelli di Pinerolo e Luserna San Giovanni. E' proprio in questi comuni, infatti, che si trovano le maggiori industrie del pinerolese. Un altro gruppo di comuni raggiunge dei livelli di consumo di rilievo in questo settore e in particolare questi sono None, Scalenghe, Villar Perosa e Volvera.

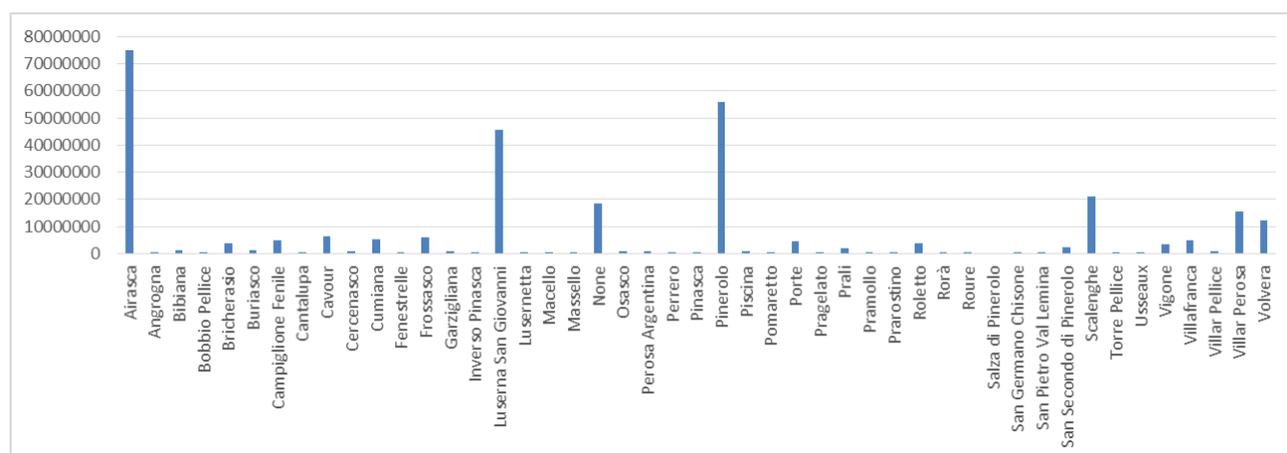
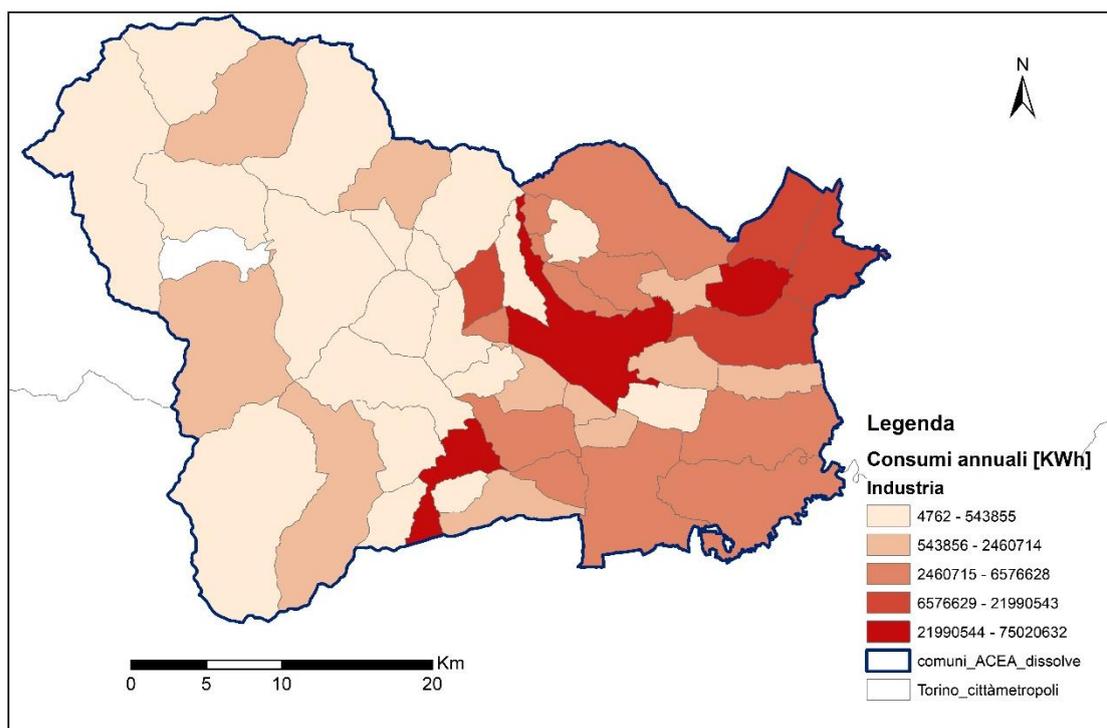


Immagine 15– Consumi settore industriale 2017 [KWh], dato comunale (Elaborazione propria)

Per quanto riguarda la distribuzione dei consumi nel territorio si nota che i maggiori consumi del settore in analisi si distribuiscono oltre ai tre comuni già citati maggiormente nei restanti comuni di pianura.



Carta 14– Consumi settore industriale 2017, dato comunale (Elaborazione propria)

### Consumi del settore agricolo

Il grafico sotto riportato evidenzia che i consumi nel settore agricolo raggiungono il valore più elevato nel comune di Vigone (pari a 2,7 GWh) a cui fanno seguito quelli di Cavour, Villafranca Piemonte e Scalenghe.

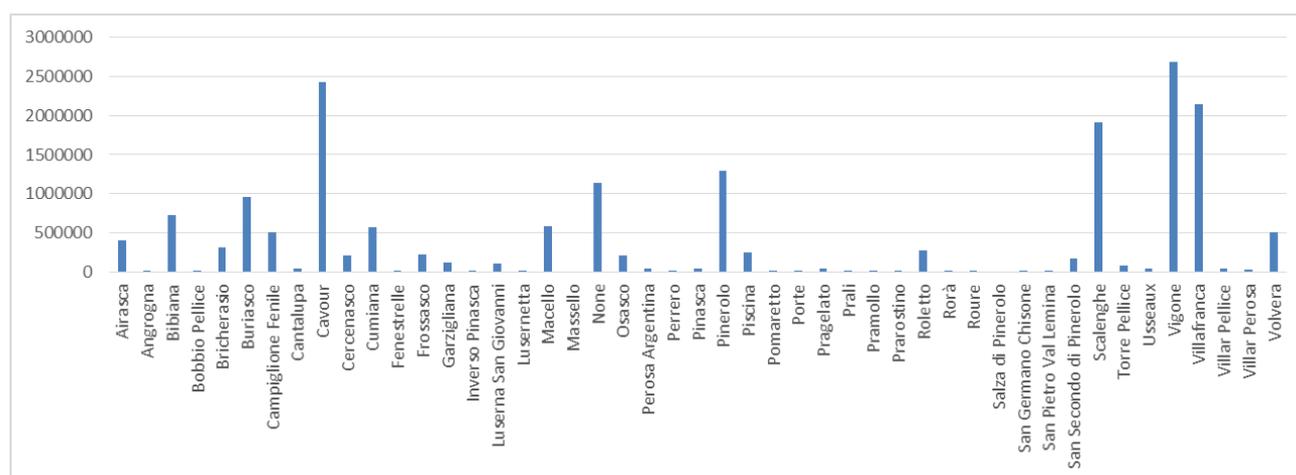
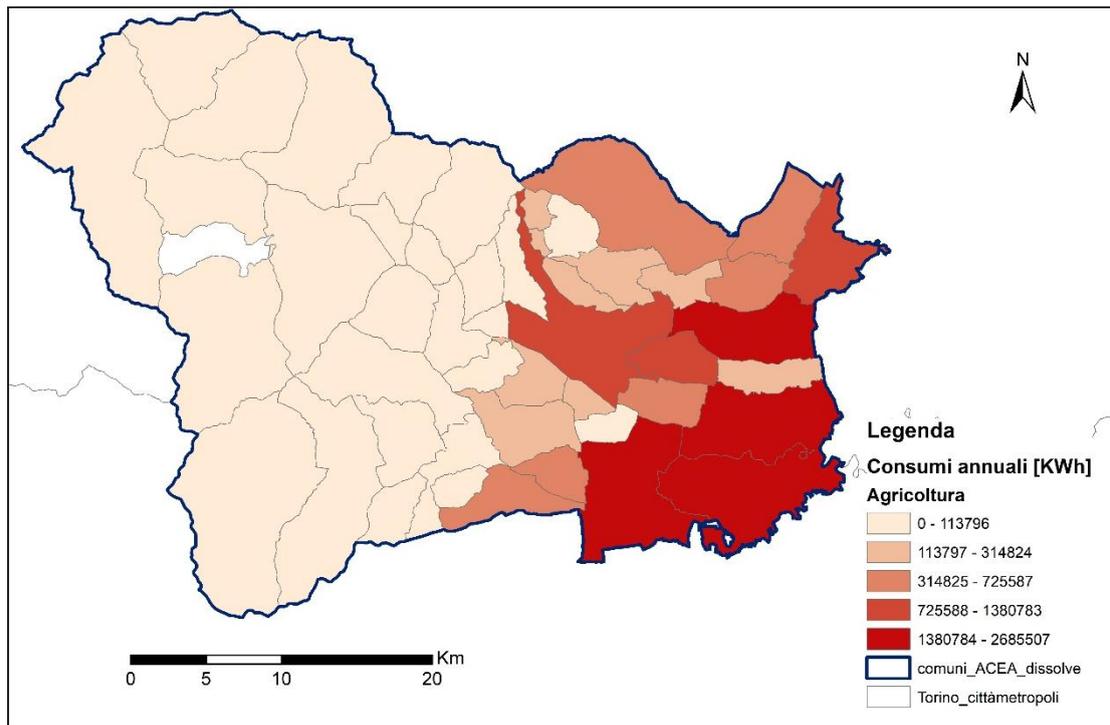


Immagine 16– Consumi settore agricolo 2017 [KWh], dato comunale (Elaborazione propria)

Per quanto riguarda la distribuzione dei consumi nel territorio i valori confermano l'importanza del settore agricolo per le zone di pianura attorno a Vigone, legate alla coltivazione del mais, e per il comune di Cavour, invece, dedito alla frutticoltura. I consumi elettrici derivano nel primo caso dagli impianti di essiccazione del mais mentre nel secondo dagli impianti di conservazione della frutta.



Carta 15– Consumi settore agricolo 2017, dato comunale (Elaborazione propria)

### Consumi del settore illuminazione pubblica

Il grafico sotto riportato evidenzia che i consumi nel settore illuminazione pubblica raggiungono il valore più elevato nel comune di Pinerolo, qui pari a 3.6 GWh. Tutti gli altri comuni hanno valori di consumo nettamente inferiori e simili e ciò dipende dal gran numero di abitazioni e residenti che caratterizzano la sola città di Pinerolo. In questo caso si nota, a differenza dei consumi residenziali, che i valori di consumo non dipendono solo dal numero di residenti di un comune ma anche dall'estensione dell'abitato. Un esempio è quello del comune montano di Fenestrelle dove con soli 510 abitanti si raggiunge un consumo annuo di 555,8 MWh; tale dato se confrontato, ad esempio, con quello del comune di Cercenasco, ovvero, 271,4 MWh appare sproporzionato visto il numero di abitanti, 1809, che è quasi quattro volte quello degli abitanti di Fenestrelle.

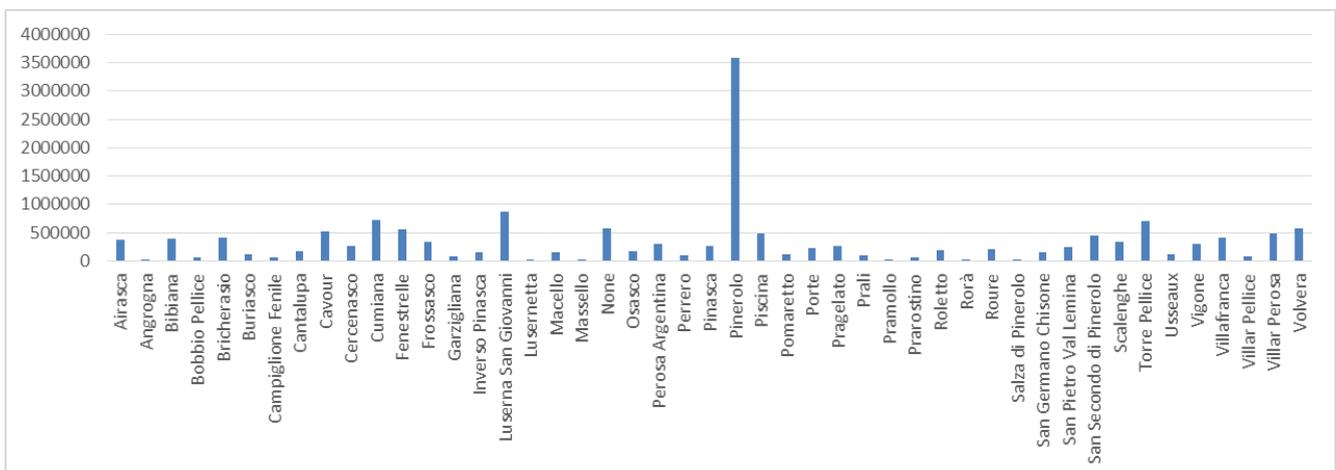
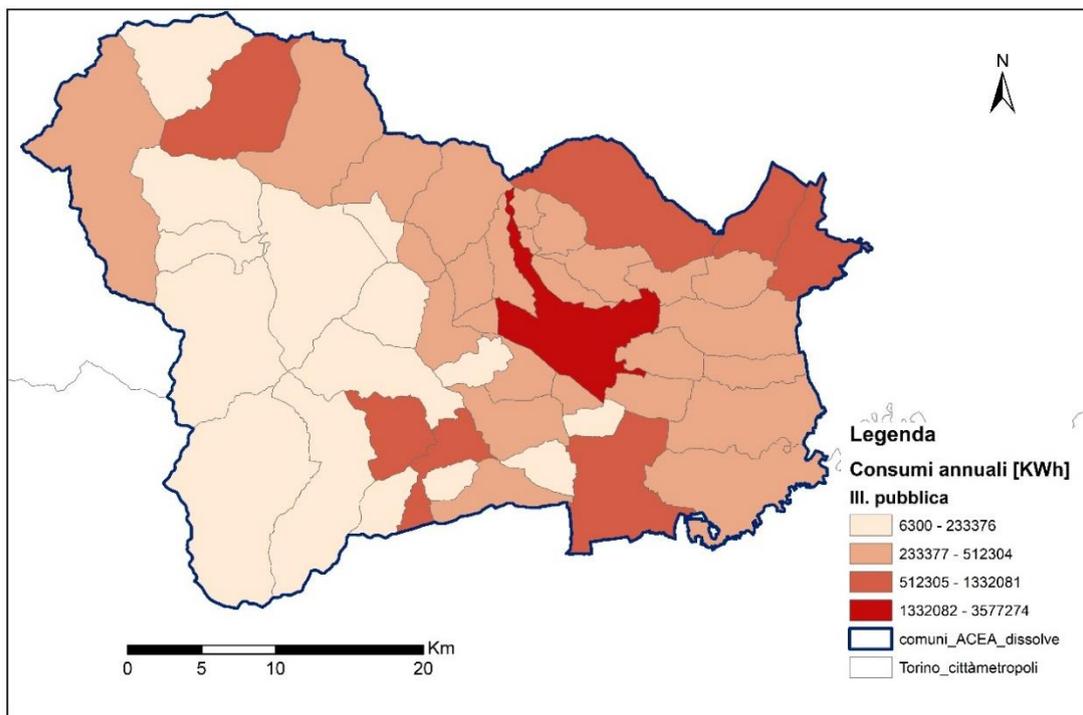


Immagine 17– Consumi settore illuminazione pubblica 2017 [KWh], dato comunale (Elaborazione propria)

Per quanto riguarda la distribuzione dei consumi nel territorio svetta il dato di Pinerolo mentre per i restanti comuni i consumi sono ben distribuiti a parte la zona della Val Germanasca caratterizzata da consumi in media più bassi.



Carta 16– Consumi settore illuminazione pubblica 2017, dato comunale (Elaborazione propria)

### Consumo totale

Osservando il grafico sotto riportato si nota che il comune caratterizzato dai consumi maggiori è Pinerolo con un fabbisogno annuo di 143 GWh seguito da Airasca, Villar Perosa, Luserna San Giovanni e None. Per quanto riguarda Pinerolo questo dato riflette i dati prima commentati che lo vedevano per tutti i settori, ad eccezione di quello agricolo, sempre tra i comuni dai consumi più elevati. Il dato di Airasca dipende quasi totalmente dagli elevati consumi nel settore secondario; per quanto riguarda Villar Perosa invece sul dato globale pesano maggiormente il settore terziario e secondario. Il dato di None è invece il risultato di consumi di rilievo che derivano da diversi settori, in particolare quello secondario, quello agricolo e quello terziario.

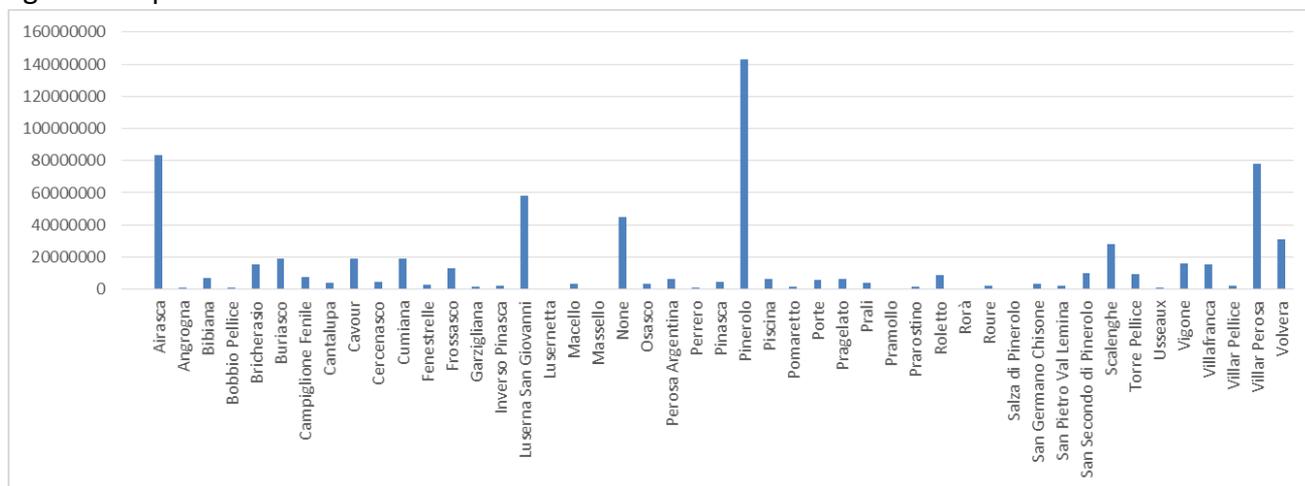
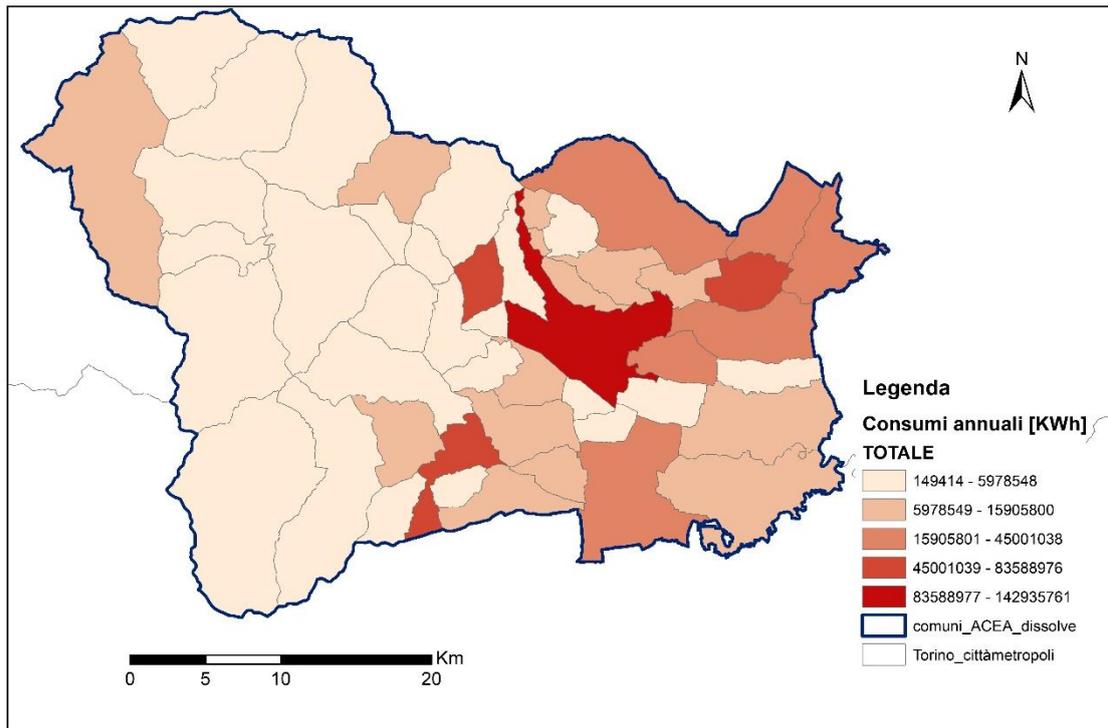


Immagine 18 – Consumi totali 2017, dato comunale [KWh] (Elaborazione propria)

Per quanto riguarda la distribuzione dei consumi nel territorio svetta nuovamente il dato di Pinerolo mentre per i restanti comuni i consumi sono ben distribuiti nelle aree di pianura e pedemonte, le zone montane sono caratterizzate da consumi in media più bassi.



*Carta 17– Consumi totali 2017, dato comunale (Elaborazione propria)*

## 2) Consumi mensili

Per quanto riguarda i consumi su base mensile l'analisi si basa su quei soggetti che hanno collaborato con il gruppo di ricerca sulla comunità energetica del Pinerolese fornendo direttamente i dati o le bollette da cui ricavarli.

In particolare i dati a disposizione riguardano:

- 17 attività economiche;
- 6 Comuni.

I dati dell'illuminazione pubblica dei 47 comuni sono invece stati ricavati da un modello di consumo realizzato appositamente mentre i consumi mensili delle utenze residenziali dei 47 comuni sono stati ottenuti basandosi su un profilo percentuale medio di consumo mensile fornito.

### Consumi mensili delle 17 attività economiche

Le 17 aziende considerate per ovvi motivi di riservatezza non vengono nominate con la loro denominazione ma con delle sigle; per queste aziende vengono però riportate alcune informazioni utili alla loro caratterizzazione e quindi settore di appartenenza (con riferimento alla classificazione delle attività economiche Ateco 2017), numero di dipendenti, fatturato annuo e giorni lavorativi.

Sigla azienda	Classificazione Ateco	Numero di dipendenti	Fatturato annuo [€]	Giorni lavorativi a settimana
A	E: FORNITURA DI ACQUA; RETI FOGNARIE, ATTIVITÀ DI GESTIONE DEI RIFIUTI E RISANAMENTO	380	107685397	7
B	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 17: FABBRICAZIONE DI CARTA E DI PRODOTTI DI CARTA	20	3500000	5
C	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 10:INDUSTRIE ALIMENTARI	360	64286718	5
D	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 24: METALLURGIA	782	131208409	6
E	P: ISTRUZIONE	32	2582452	5
F	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 22:FABBRICAZIONE DI ARTICOLI IN GOMMA E MATERIE PLASTICHE	1069	28239778	6
G	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 10:INDUSTRIE ALIMENTARI	110	25852749	5
H	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 22:FABBRICAZIONE DI ARTICOLI IN GOMMA E MATERIE PLASTICHE	240	43257478	6
I	J: SERVIZI DI INFORMAZIONE E COMUNICAZIONE, 58: ATTIVITÀ EDITORIALI	10	n/d	5
L	I: ATTIVITÀ DEI SERVIZI DI ALLOGGIO E DI RISTORAZIONE	13	n/d	7
M	Q: SANITA' E ASSISTENZA SOCIALE, 87: SERVIZI DI ASSISTENZA SOCIALE RESIDENZIALE	40	n/d	7
N	G: COMMERCIO ALL'INGROSSO E AL DETTAGLIO; RIPARAZIONE DI AUTOVEICOLI E MOTOCICLI	46	n/d	6
O	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 16: INDUSTRIA DEL LEGNO E DEI PRODOTTI IN LEGNO E SUGHERO	n/d	n/d	n/d
P	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 25:FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO (ESCLUSI MACCHINARI E ATTREZZATURE)	n/d	n/d	n/d
Q	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 25:FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO (ESCLUSI MACCHINARI E ATTREZZATURE)	35	n/d	5
R	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 25:FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO (ESCLUSI MACCHINARI E ATTREZZATURE)	296	68000000	7
S	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 25:FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO (ESCLUSI MACCHINARI E ATTREZZATURE)	40	5900000	5

Tabella 5– Caratteristiche delle attività economiche analizzate (Elaborazione propria)

Tra le attività economiche considerate si osserva un numero consistente di attività manifatturiere e molte di queste si occupano di fabbricare prodotti in metallo, tra le altre tipologie ci sono però anche due industrie alimentari. Si segnala la presenza di alcune aziende di servizi che si occupano tra gli altri di sanità e assistenza sociale, istruzione e commercio. Variiegato è anche il numero di dipendenti che varia da un minimo di 10 ad un massimo di 1069 e il conseguente fatturato annuo. In ultimo diversi sono i giorni lavorativi a settimana, informazione che sarà utile nel passaggio successivo riguardante i consumi orari relativi ad alcuni giorni tipo.

L'analisi mensile dei consumi ha riguardato le attività economiche nelle sue diverse sedi (se presenti) indicate con un numero che segue la lettera identificativa dell'attività economica.

Il grafico sotto riportato evidenzia che questi consumi sono abbastanza costanti nei vari mesi dell'anno raggiungendo dei valori massimi nei mesi di ottobre, quando il fabbisogno complessivo è di 14,8 GWh, e marzo con un fabbisogno di 14,6 GWh. L'unica variazione di rilievo riguarda il mese di agosto quando viene toccato il valore minimo (9,5 GWh) che coincide con il periodo di ferie della maggior parte delle aziende. Per quanto concerne le singole aziende tra quelle più energivore si nota il peso dell'azienda D

(che dipende dall'attività metallurgica) i cui consumi risultano compresi tra i 4 e i 5 GWh al mese e dell'azienda R con consumi di circa 2 GWh al mese. Le aziende A3, F2 e H sono caratterizzate da un fabbisogno mensile simile di circa 1 GWh.

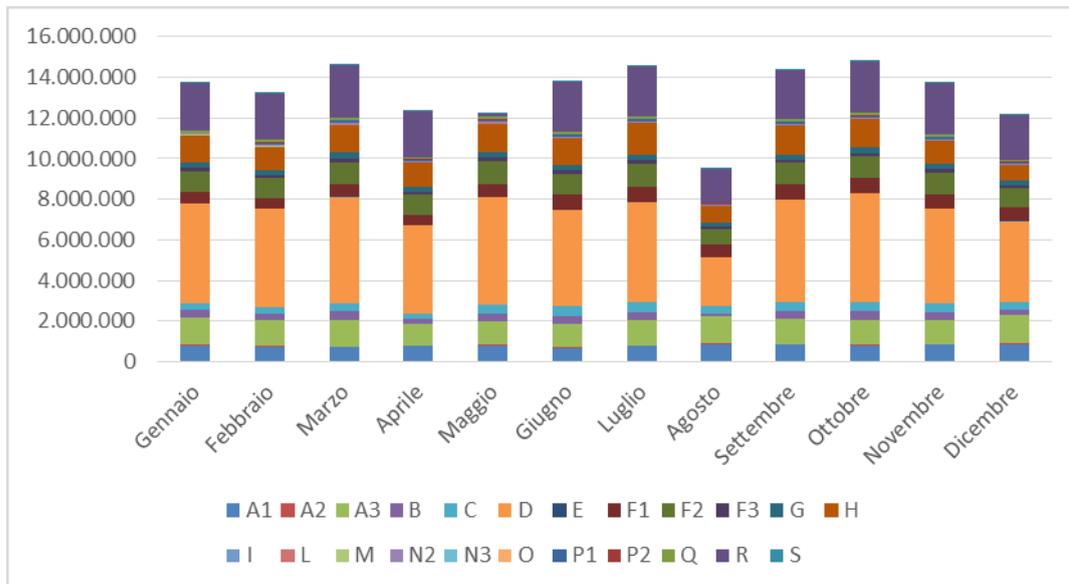


Immagine 19– Consumi mensili per singola attività economica [KWh] (Elaborazione propria)

### Consumi mensili dei comuni

Al momento solo sei comuni hanno fornito al gruppo di ricerca dati di consumo di livello mensile; in particolare per tutti e sei si hanno a disposizione i dati di consumo per gli edifici comunali più significativi dal punto di vista dei consumi energetici e per tre (Cantalupa, Frossasco e Cercenasco) anche i dati dell'illuminazione pubblica.

Nel grafico sotto riportato si può notare come il fabbisogno di energia elettrica degli edifici dei sei comuni in analisi non hanno un andamento costante a differenza di quello che caratterizzava le attività economiche ma invece diminuiscono notevolmente nei mesi estivi; questo andamento dipende principalmente dal fatto che le scuole, che costituiscono gli edifici più energivori per i comuni, sono chiuse nel periodo estivo.

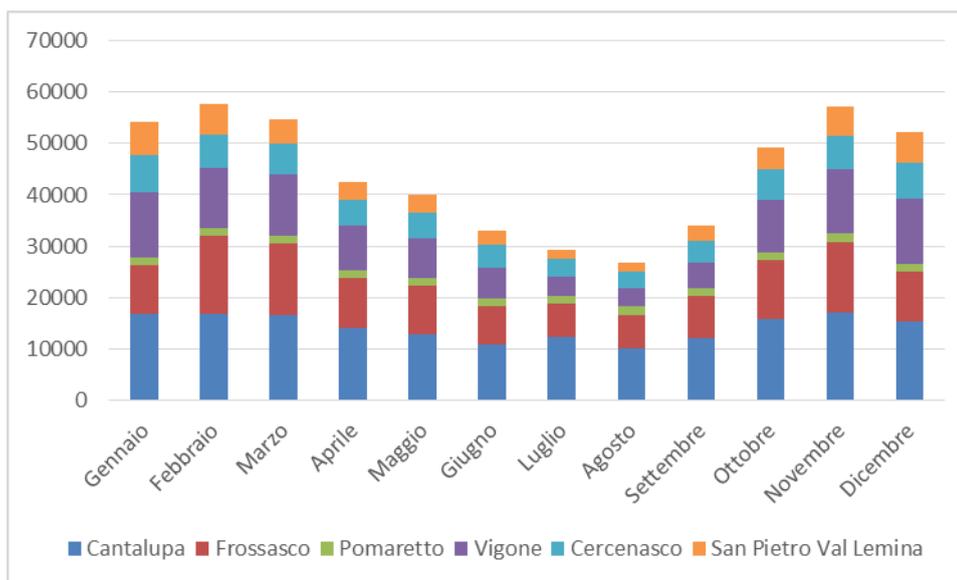


Immagine 20– Consumi mensili per gli edifici comunali [KWh] (Elaborazione propria)

Il grafico sotto riportato che riguarda i soli edifici del comune di Vigone conferma che la forte diminuzione dei consumi nei mesi estivi dipende principalmente dai consumi bassi dei tre edifici scolastici.

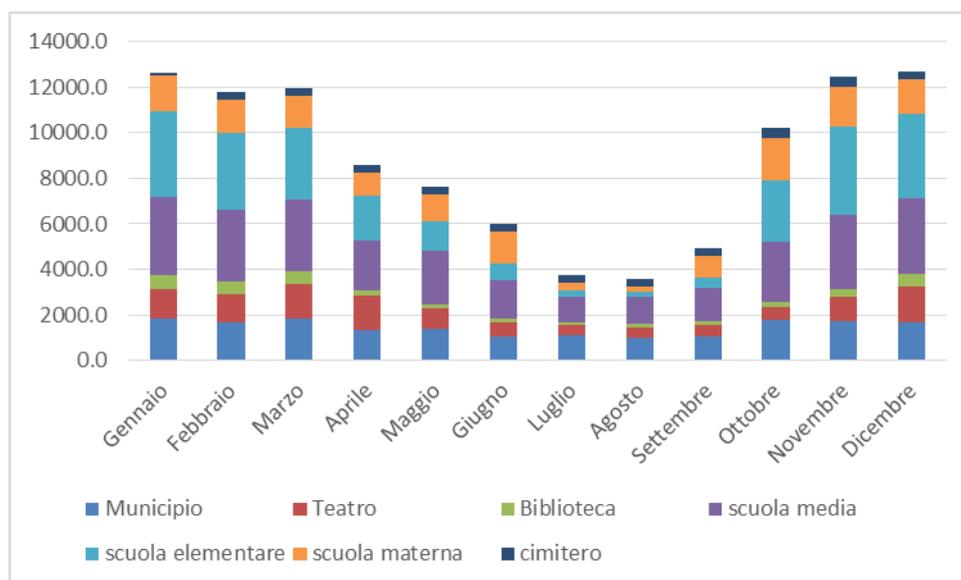


Immagine 21– Consumi mensili per gli edifici comunali di Vigone [KWh] (Elaborazione propria)

In ultimo appare interessante analizzare l'andamento mensile dei consumi legati all'illuminazione pubblica. Si nota che i consumi massimi si raggiungono nei mesi di dicembre e gennaio e ciò dipende dalle poche ore di luce che caratterizzano tali mesi che corrispondono ad un maggiore tempo di accensione dei lampioni. Al contrario sono i mesi di giugno e luglio che sono caratterizzati dai consumi minori.

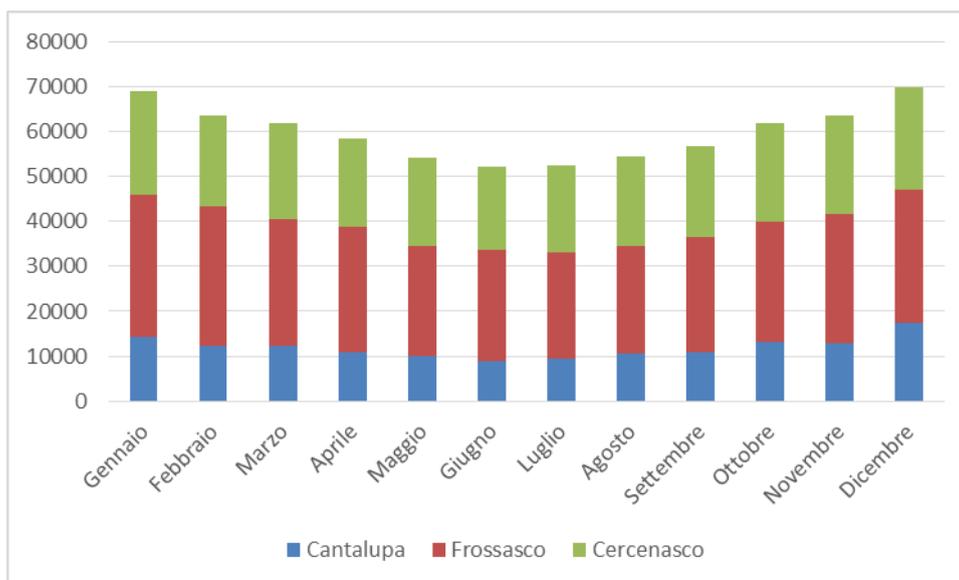


Immagine 22– Consumi mensili illuminazione pubblica [KWh] (Elaborazione propria)

### Consumi mensili dell'illuminazione pubblica dei 47 comuni

I dati sono stati stimati partendo dal dato annuale basandosi su un semplice modello di consumo. Questo modello permette di distribuire il dato annuale nei 12 mesi dell'anno basandosi sul dato di ore di luce su base mensile che è stato reperito nell'apposita sezione del sito Comuni Italiani [11], si è scelto il dato del comune di Pinerolo perché baricentrico rispetto all'area in analisi. Da questo dato si sono ricavate per ogni mese le ore di accensione degli impianti di illuminazione semplicemente sottraendo alle 24 ore del giorno le ore di luce. Si è infine ricavato un profilo percentuale che sarà utilizzato per distribuire il consumo annuo nei vari mesi. Nella tabella sotto riportata si possono osservare i risultati ottenuti.

PINEROLO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Ore luce	9.22	10.32	12.2	13.36	14.58	15.41	15.21	14.1	12.4	11.6	9.43	8.59
Ore accensione impianti	14.78	13.68	11.8	10.64	9.42	8.59	8.79	9.9	11.6	12.4	14.57	15.41
%	10.4	9.7	8.3	7.5	6.7	6.1	6.2	7.0	8.2	8.8	10.3	10.9

Tabella 6- Risultati modello di consumo ill. pubblica (elaborazione propria)

Il grafico di seguito riportato mostra quindi l'andamento mensile dei consumi dei 47 comuni legati all'illuminazione pubblica. Si nota che l'andamento nei mesi è identico a quello dei dati reali raccolti per i tre comuni prima citati confermando la bontà del modello realizzato; quello che cambia è ovviamente il valore di energia consumata che ovviamente è più alto in questo caso.

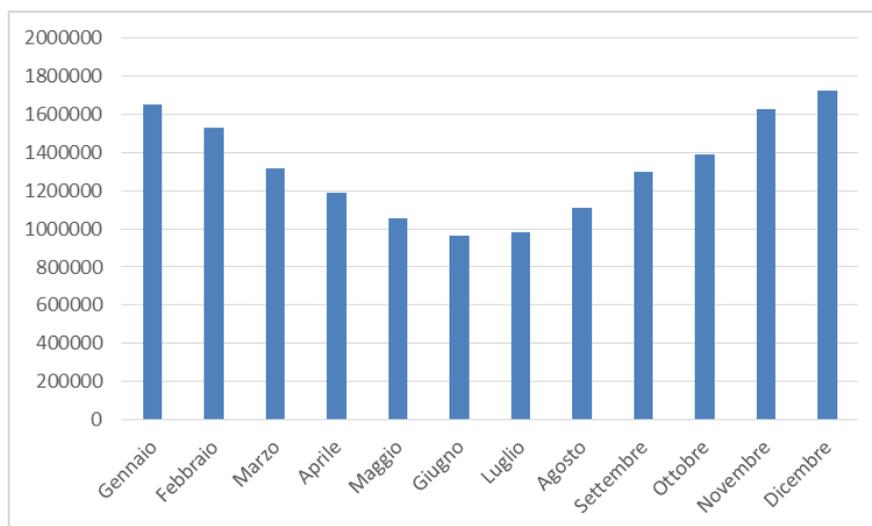


Immagine 23– Consumi mensili illuminazione pubblica [KWh] (Elaborazione propria)

### Consumi mensili delle utenze residenziali dei 47 comuni

I dati sono stati stimati partendo dal dato annuale basandosi su valori medi di consumo di utenti residenziali consumatori forniti da Acea Pinerolese Energia riguardante i consumi di circa 3600 utenti dislocati in Provincia di Cuneo e nella Città Metropolitana di Torino con contatore da 3 KW di potenza. In queste aree il numero medio di componenti per famiglia è pari a 2,2 e la superficie media delle abitazioni per famiglia è pari a 93,9 m<sup>2</sup> secondo i dati ISTAT [10]. In particolare è stato possibile distribuire il dato di consumo annuale su base comunale nei dodici mesi dell'anno sulla base di un profilo percentuale che descrive il consumo mensile rispetto al consumo totale annuo. Il profilo percentuale viene riportato nella tabella seguente.

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
% consumo mensile	9.48	8.66	9.06	7.91	7.87	7.43	7.86	7.53	7.36	8.26	8.84	9.74

Tabella 7- Profilo percentuale consumo mensile medio utenze residenziali (dato fornito da Acea)

Il grafico di seguito riportato mostra quindi l'andamento mensile dei consumi residenziali dei 47 comuni. Si nota che l'andamento è caratterizzato da consumi mediamente più elevati nei mesi invernali e più bassi nei mesi estivi a parte il mese di luglio dove i consumi appaiono in aumento.

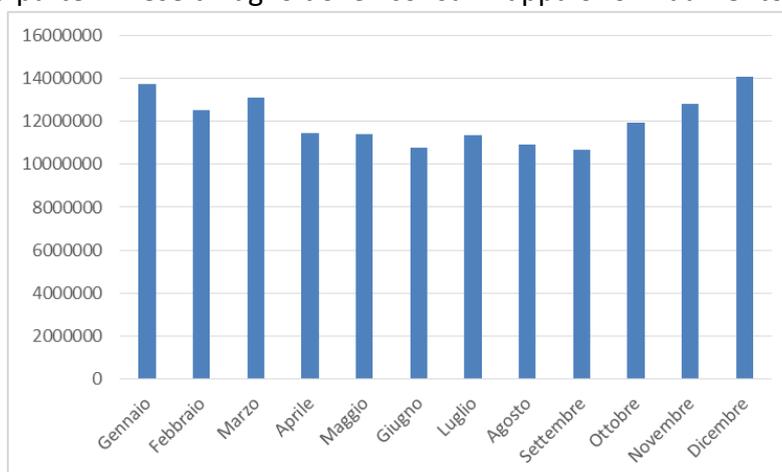


Immagine 24– Consumi mensili utenze residenziali [KWh] (Elaborazione propria)

### 3) Consumi orari

L'analisi dei consumi orari risulta fondamentale per individuare i momenti di picco dei consumi durante alcuni giorni tipo per il periodo invernale ed estivo. La scelta dei giorni tipo è ricaduta su due giorni feriali e un giorno festivo. Si è deciso di inserire due giorni feriali ovvero lunedì e mercoledì; la scelta del lunedì è legata al fatto che soprattutto per le aziende è il giorno del rientro e ciò può significare un aumento dei consumi, il mercoledì è invece il giorno feriale di riferimento. Il giorno festivo, la domenica, sarà caratterizzato da consumi diversi per gli utenti domestici e più bassi per quelle aziende che la domenica sono chiuse. Tali giorni tipo sono stati individuati per il periodo invernale (mese di dicembre o gennaio a seconda della disponibilità dei dati) e per quello estivo (mese di giugno o luglio a seconda della disponibilità dei dati); per una particolare utenza (quella domestica) sono anche stati inseriti i dati relativi alla mezza stagione (mese di aprile).

I dati di consumo orario riguardano:

- undici attività manifatturiere che li hanno condivisi con il gruppo di ricerca;
- utenti domestici i cui dati di consumo medio orario sono stati ottenuti grazie alla collaborazione del fornitore di energia Acea Pinerolese Energia;
- illuminazione pubblica i cui dati sono stati stimati partendo dal dato mensile prima individuato basandosi su un modello di consumo di seguito spiegato.

#### *Attività manifatturiere*

Le undici attività manifatturiere sono state divise in quattro gruppi; ognuno di questi gruppi ha un caratteristico profilo orario nei tre giorni tipo che viene riportato.

Gruppo 1 - attività che lavorano su tre turni di lavoro, 7 giorni alla settimana:

in questo caso il profilo orario varia poco nei tre giorni considerati e durante le ore del giorno perché il lavoro nell'aziende continua 24/24 h e 7 giorni su 7; non si nota una differenza percettibile tra i consumi nel periodo invernale ed estivo.

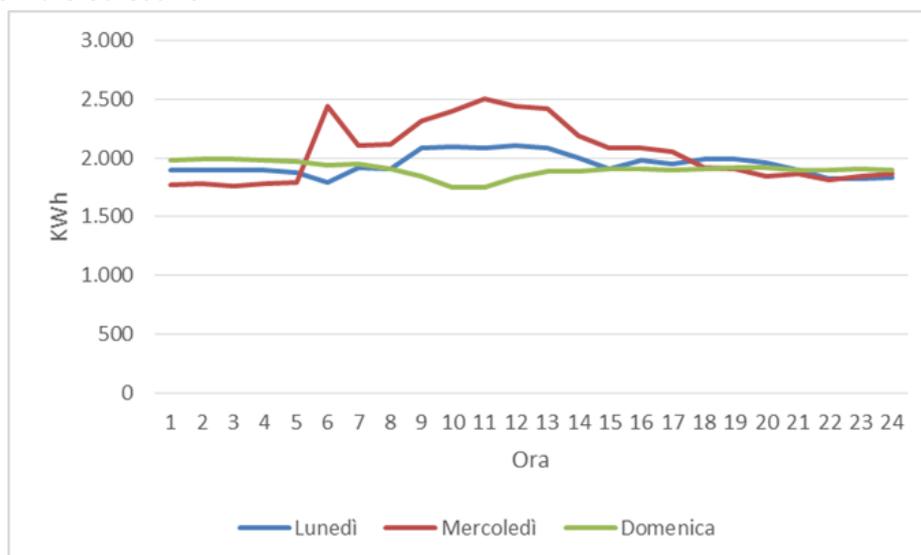


Immagine 25– Consumi orari nei tre giorni tipo, inverno, Gruppo 1 (Elaborazione propria)

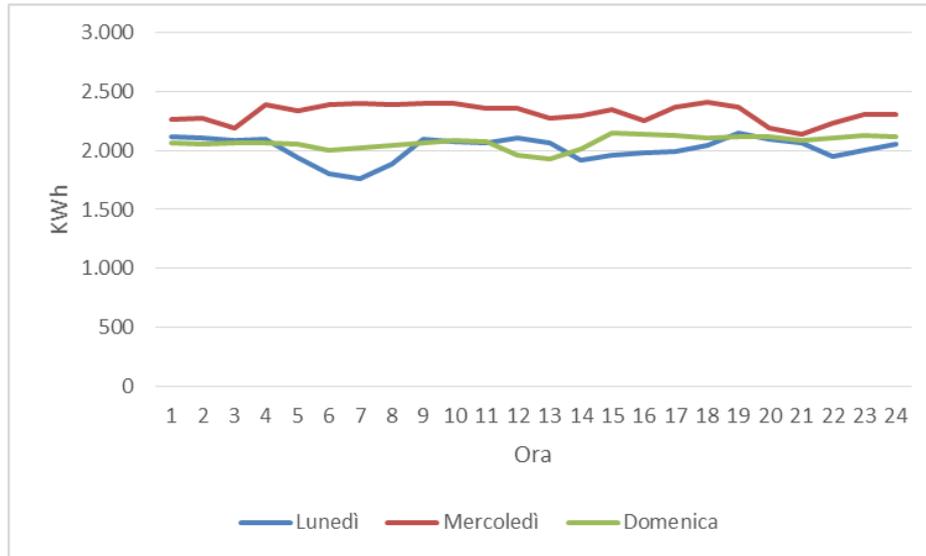


Immagine 26– Consumi orari nei tre giorni tipo, estate, Gruppo 1 (Elaborazione propria)

Nella tabella sotto riportata vengono riepilogati i consumi totali per i tre giorni tipo nelle due stagioni e si nota che in inverno i consumi sono mediamente più bassi.

	Consumi giornalieri inverno [KWh]	Consumi giornalieri estate [KWh]
<b>LUNEDI'</b>	46659.21	48382.58
<b>MERCOLEDI'</b>	49082.85	55629.39
<b>DOMENICA</b>	45672.61	49659.53

Tabella 8– Consumi giornalieri nei tre giorni tipo, Gruppo 1 (Elaborazione propria)

Gruppo 2- attività che lavorano su tre turni di lavoro, 6 giorni alla settimana con l'aggiunta della domenica notte:

in questo caso si nota che nei giorni feriali i consumi sono costanti dovuti ai tre turni di lavoro mentre la domenica i consumi si abbassano notevolmente non essendo giorno lavorativo, si osserva anche l'aumento dei consumi nelle ultime ore della domenica che permette l'avvio dei macchinari in vista del turno lavorativo di domenica notte. Si nota una piccola differenza nei consumi della domenica tra il periodo invernale ed estivo con un minimo aumento nelle prime ore della domenica del periodo estivo.

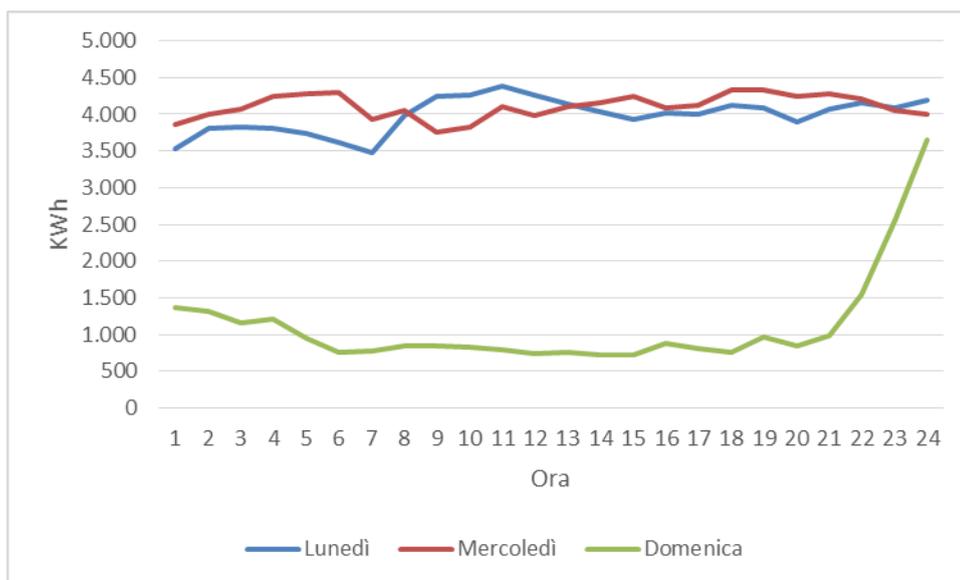


Immagine 27– Consumi orari nei tre giorni tipo, inverno, Gruppo 2 (Elaborazione propria)

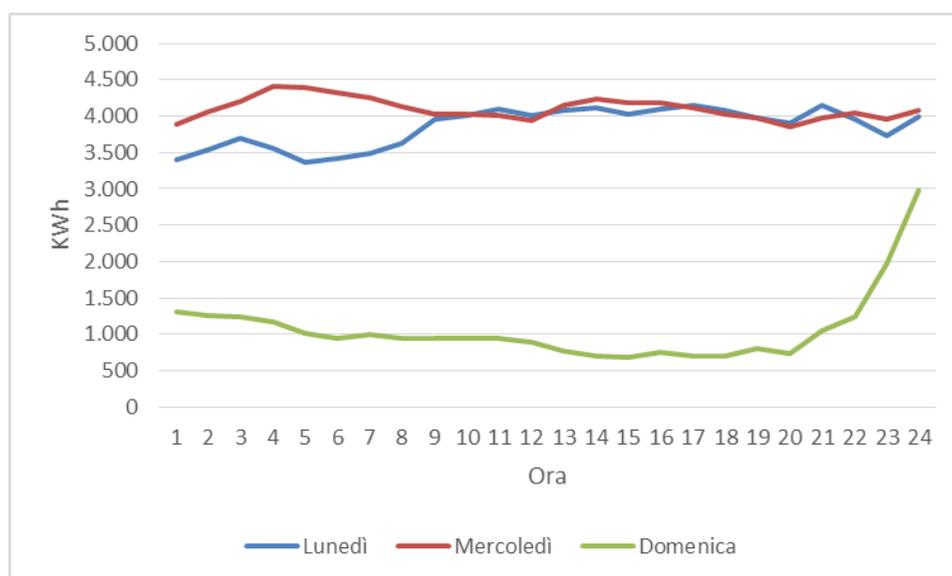


Immagine 28– Consumi orari nei tre giorni tipo, estate, Gruppo 2 (Elaborazione propria)

Nella tabella sotto riportata vengono riepilogati i consumi totali per i tre giorni tipo nelle due stagioni e si nota che in estate i consumi sono mediamente più bassi. Per quanto riguarda la differenza tra i giorni feriali e festivi si nota che i consumi sono più bassi la domenica, ciò dipende dall'interruzione del turno lavorativo.

	Consumi giornalieri inverno [KWh]	Consumi giornalieri estate [KWh]
<b>LUNEDI'</b>	95630.70	92442.90
<b>MERCOLEDI'</b>	98561.10	98452.20
<b>DOMENICA</b>	26799.30	25693.80

Tabella 9– Consumi giornalieri nei tre giorni tipo, Gruppo 2 (Elaborazione propria)

Gruppo 3- attività che lavorano su tre turni di lavoro, 6 giorni alla settimana:  
 osservando il grafico si notano due differenze rispetto al caso precedente che riguardano i consumi del lunedì e della domenica. I primi hanno inizio solo intorno alle 6 del mattino, quando comincia il turno lavorativo mancando il turno della domenica notte; i secondi rimangono invece minimi tutto il giorno. Si nota una differenza nei consumi della domenica tra il periodo invernale ed estivo con un aumento di circa 20 KWh durante tutte le ore della domenica del periodo estivo.

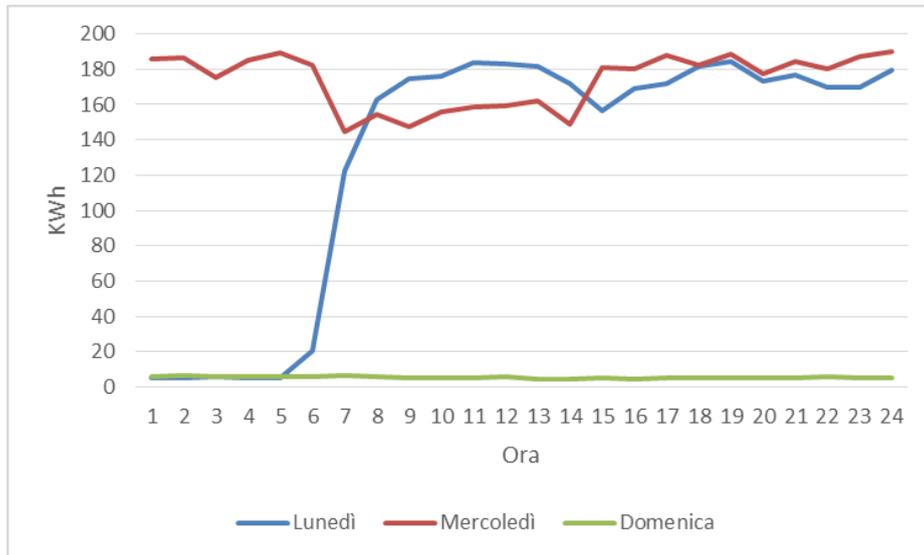


Immagine 29– Consumi orari nei tre giorni tipo, inverno, Gruppo 3 (Elaborazione propria)

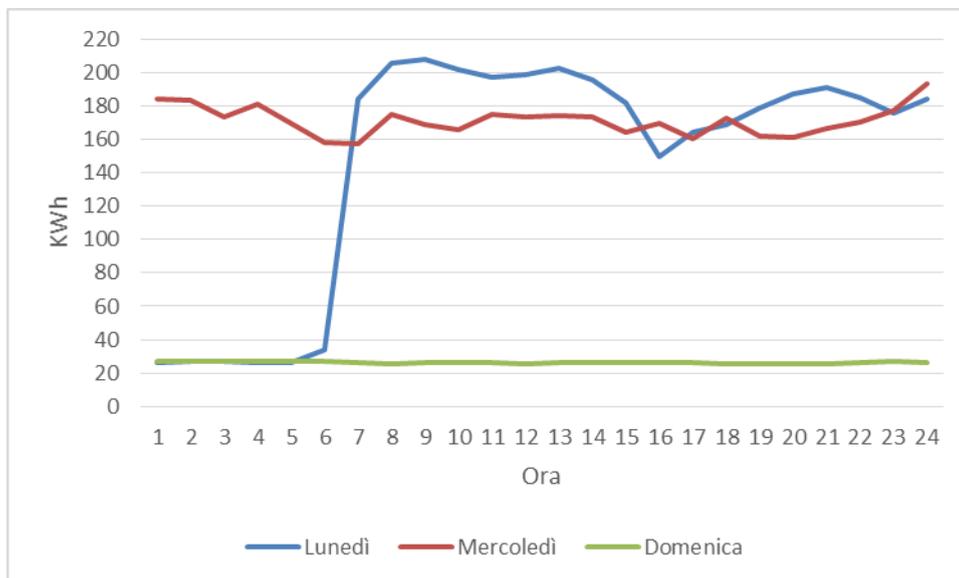


Immagine 30– Consumi orari nei tre giorni tipo, estate, Gruppo 3 (Elaborazione propria)

Nella tabella sotto riportata vengono riepilogati i consumi totali per i tre giorni tipo nelle due stagioni. Da subito si osservano minori consumi il lunedì che confermano l'andamento dei grafici sopra riportati. Ciò che appare evidente sono i consumi del giorno festivo che aumentano notevolmente in estate.

	Consumi giornalieri inverno [KWh]	Consumi giornalieri estate [KWh]
<b>LUNEDI'</b>	3135.60	3527.10
<b>MERCOLEDI'</b>	4174.28	4112.78
<b>DOMENICA</b>	133.65	630.30

Tabella 10 – Consumi giornalieri nei tre giorni tipo, Gruppo 3 (Elaborazione propria)

Gruppo 4- attività che lavorano su due turni di lavoro (mattino e pomeriggio), 5 giorni alla settimana: il grafico evidenzia la differenza sostanziale rispetto ai gruppi precedenti che è il periodo di lavoro organizzato su due turni; ciò causa in entrambi i giorni feriali un andamento simile dei consumi che iniziano intorno alle sei del mattino per concludersi intorno alle dieci di sera, i consumi della domenica sono ovviamente minimi non essendoci attività lavorativa. Si nota una differenza nei consumi dei giorni feriali tra il periodo invernale ed estivo con un aumento del valore di picco di circa 50 KWh nel periodo estivo.

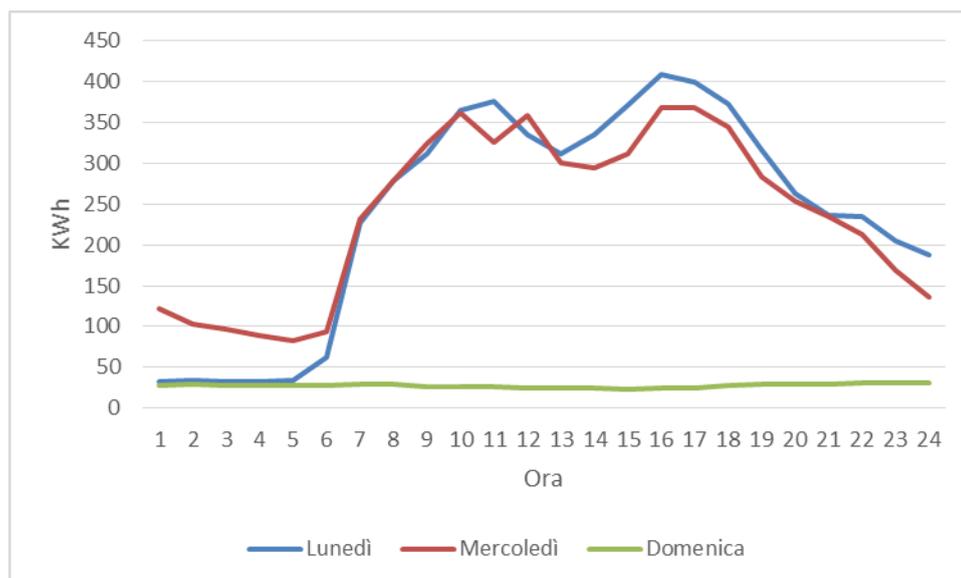


Immagine 31– Consumi orari nei tre giorni tipo, inverno, Gruppo 4 (Elaborazione propria)

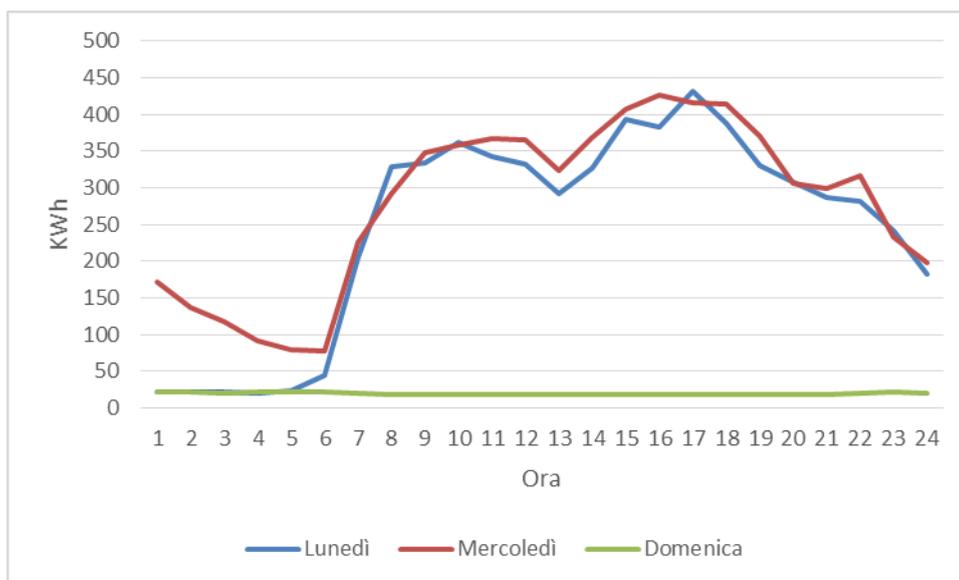


Immagine 32 – Consumi orari nei tre giorni tipo, estate, Gruppo 4 (Elaborazione propria)

Nella tabella sotto riportata vengono riepilogati i consumi totali per i tre giorni tipo nelle due stagioni. Si osservano consumi simili nei giorni feriali che confermano l'andamento dei grafici sopra riportati. I consumi del giorno festivo che diminuiscono notevolmente in estate.

	Consumi giornalieri inverno [KWh]	Consumi giornalieri estate [KWh]
<b>LUNEDI'</b>	5761.58	5903.10
<b>MERCOLEDI'</b>	5741.33	6006.80
<b>DOMENICA</b>	658.80	466.43

Tabella 11– Consumi giornalieri nei tre giorni tipo, Gruppo 4 (Elaborazione propria)

### Utenze domestiche

I dati di consumo orari relativi alle utenze domestiche derivano da un dato medio fornito da Acea Pinerolese Energia riguardante i consumi di circa 360 utenti dislocati in Provincia di Cuneo e nella Città Metropolitana di Torino con contatore da 3 KW di potenza. In queste aree il numero medio di componenti per famiglia è pari a 2,2 e la superficie media delle abitazioni per famiglia è pari a 93,9 m<sup>2</sup> secondo i dati ISTAT [10]; un'altra informazione relativa alle abitazioni dell'area in analisi riguarda l'epoca costruttiva infatti ben il 27% delle abitazioni risulta costruita prima del 1918, il 25,4 % tra il 1919 e il 1960, il 28 % tra il 1961 e 1980, il 12% tra il 1980 e il 2000 e solo il 7 % dopo il 2000. La maggior parte delle abitazioni (circa l'80%) sono quindi state costruite prima del 1980.

Di seguito vengono riportati i profili orari nei tre giorni tipo per la stagione invernale (mese gennaio), per la mezza stagione (mese aprile) ed estiva (mese giugno).

Osservando i grafici di seguito riportati si nota che l'utenza domestica ha un profilo che si differenzia tra giorni feriali e giorni festivi: sia per i primi che per i secondi si notano due momenti di picco al mattino e

alla sera ma se il picco serale, tra le 20 e le 21 è comune sia per i giorni feriali che per quelli festivi invece, quello mattutino, nei giorni feriali è concentrato tra le 7 e le 8 mentre nel giorno festivo avviene intorno alle ore 13. Ciò è spiegato dal fatto che la maggior parte degli utenti domestici in settimana lasciano le loro abitazioni intorno alle 8 per raggiungere i posti di lavoro o studio mentre la domenica restano in casa più tempo ritardando il picco dei consumi.

I consumi cambiano per le diverse stagioni e in tutti e tre i giorni sono più elevati in inverno, si nota, inoltre, un leggero ritardo e prolungamento del picco dei consumi serali passando dalla stagione invernale quando il consumo massimo è alle ore 20 verso quella estiva quando il picco si prolunga tra le ore 20 e le 23. Il prolungamento del periodo di massimi consumi serali nel periodo estivo significa che i consumi sono maggiormente distribuiti e conseguentemente si nota un abbassamento della quantità di energia consumata in questo momento che in inverno è pari a circa 0.35 KWh mentre in estate è compresa tra 0.25 e 0.30 KWh.

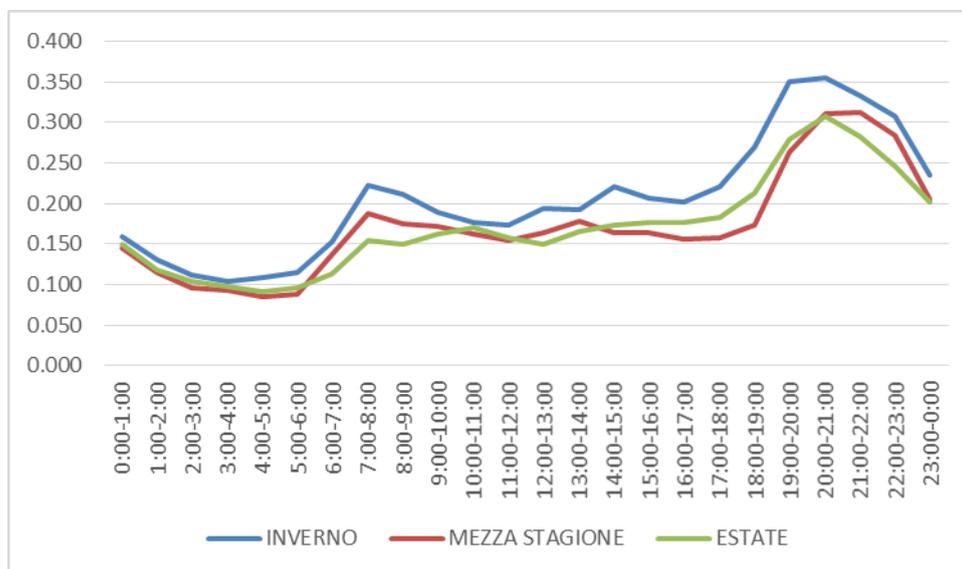


Immagine 33– Consumi orari il lunedì nelle tre stagioni [KWh], utenti domestici (Elaborazione propria)

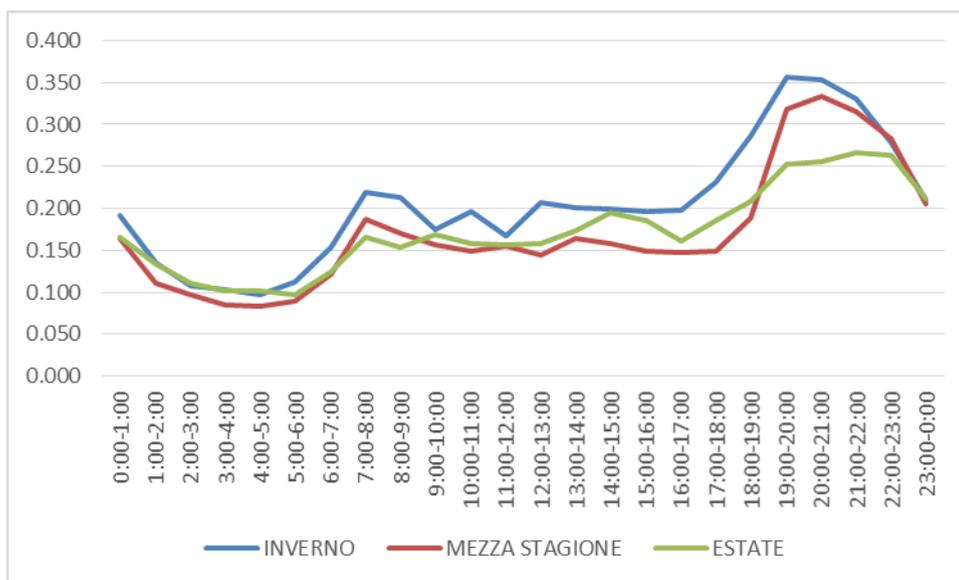


Immagine 34– Consumi orari il mercoledì nelle tre stagioni [KWh], utenti domestici (Elaborazione propria)

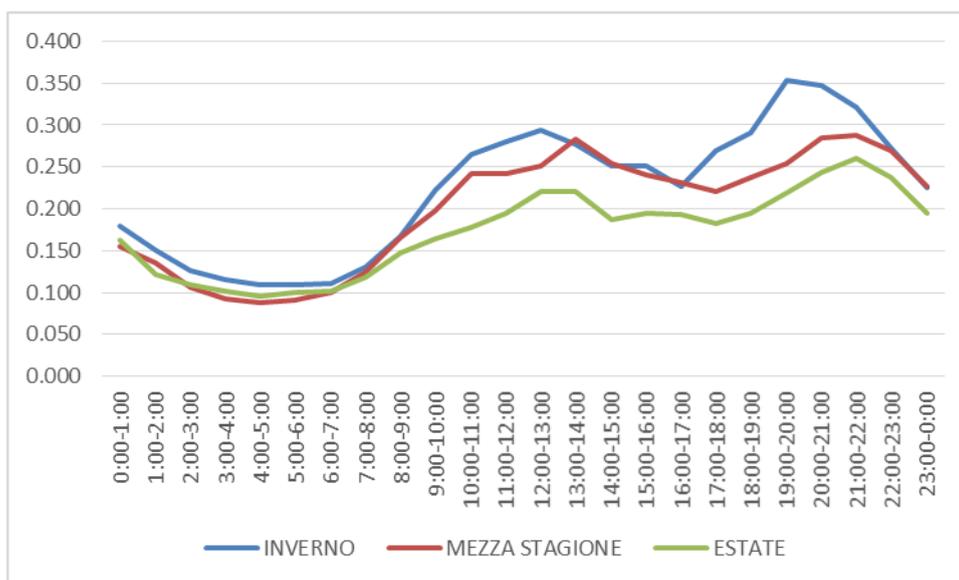


Immagine 35– Consumi orari la domenica nelle tre stagioni [KWh], utenti domestici (Elaborazione propria)

Nella tabella sotto riportata vengono riepilogati i consumi totali per i tre giorni tipo nelle varie stagioni e si nota che in inverno i consumi domestici sono mediamente più elevati. Per quanto riguarda la differenza tra i giorni feriali e festivi si nota che i consumi sono più elevati la domenica, ciò dipende dal fatto che le persone passano più tempo nelle proprie abitazioni in questo giorno. Questo andamento non è però confermato nel periodo estivo.

	Consumi giornalieri inverno [KWh]	Consumi giornalieri mezza stagione [KWh]	Consumi giornalieri estate [KWh]
<b>LUNEDI'</b>	4.94	4.14	4.12
<b>MERCOLEDI'</b>	4.92	4.13	4.16
<b>DOMENICA</b>	5.35	4.78	4.14

Tabella 12 – Consumi giornalieri nei tre giorni tipo, utenti domestici (Elaborazione propria)

### Illuminazione pubblica

I dati orari sono stati stimati partendo dal dato mensile basandosi su un apposito modello. In particolare si sono prima calcolate le ore di accensione degli impianti nei due mesi di riferimento ovvero gennaio e luglio moltiplicando le ore di accensione medie mensili (14 a gennaio e 9 a luglio) per il numero di giorni del mese. Il consumo orario è quindi stato ricavato dividendo il consumo mensile per le ore di accensione degli impianti nei due mesi. Tale valore è ovviamente uguale nei due periodi considerati e pari a 3609 KWh. Ciò che cambia nelle due stagioni saranno quindi solamente le ore in cui saranno accesi i lampioni e in cui ci saranno consumi; in questo caso è stato individuato un solo giorno tipo nelle due stagioni in quanto i consumi relativi all'illuminazione pubblica non cambiano da giorni feriali a festivi. Per individuare esattamente le ore in cui saranno accesi i lampioni nei due giorni tipo ci si è basati sul dato di irradianza oraria ricavato dal portale di PVGIS [12] sempre relativo al comune di Pinerolo; a gennaio il sole è presente dalle 7 alle ore 17 quindi i lampioni saranno accesi dalle 17 alle 7 mentre a luglio il sole è presente dalle 6 alle 21 quindi i lampioni si accenderanno dalle 21 fino alle 6. I grafici sotto riportati evidenziano quanto affermato.

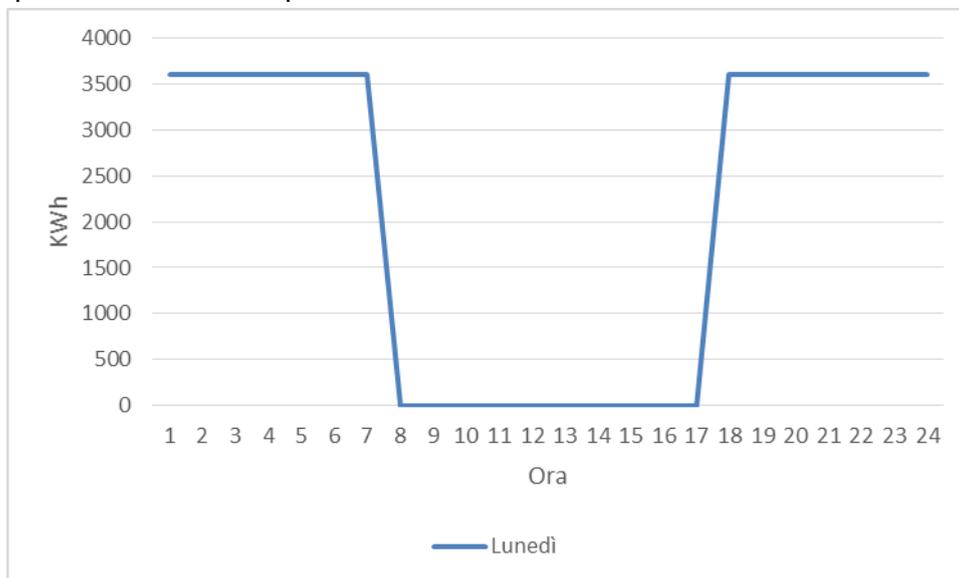
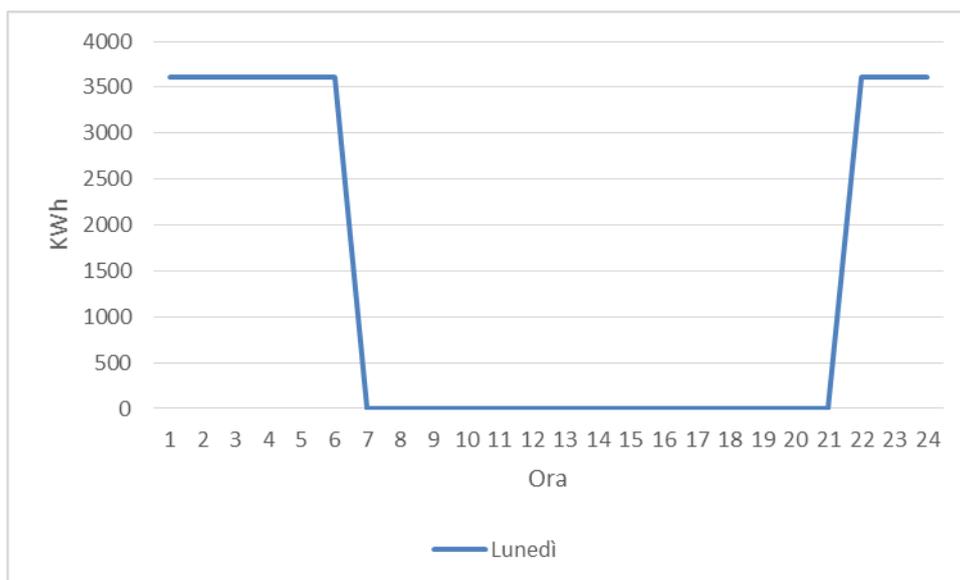


Immagine 36– Consumi orari il lunedì, inverno, illuminazione pubblica (Elaborazione propria)



*Immagine 37– Consumi orari il lunedì, estate, illuminazione pubblica (Elaborazione propria)*

Nella tabella sotto riportata vengono riepilogati i consumi totali dei 47 comuni per il giorno tipo nelle due stagioni e si nota che in inverno i consumi sono ovviamente più elevati.

	<b>Consumi giornalieri inverno [KWh]</b>	<b>Consumi giornalieri estate [KWh]</b>
<b>LUNEDI'</b>	50526.17	32481.11

*Tabella 13 – Consumi giornalieri nel giorno tipo, illuminazione pubblica (Elaborazione propria)*

### 2.3.2 Fabbisogno termico

I consumi termici che sono stati raccolti sono legati ai consumi di gas metano misurati con gli appositi contatori e quindi non vengono contabilizzati tutti i consumi termici basati su altri combustibili come gasolio o legna. I dati di consumo si distinguono in:

- 1) consumi annuali, su base comunale, suddivisi in usi domestici e altri usi. I primi organizzati in tre categorie ovvero *riscaldamento, uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria e riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria*; i secondi in due categorie ovvero *uso tecnologico (artigianale-industriale) e uso tecnologico + riscaldamento*. Per alcuni comuni montani è solamente disponibile la suddivisione in *usi domestici e altri usi*.
- 2) consumi mensili forniti da quindici attività economiche e due Comuni e consumi domestici mensili calcolati sulla base di un apposito modello.

#### 1) Consumi annuali

A differenza dei precedenti studi sulla comunità energetica dove i consumi annui su base comunale si distinguevano soltanto in consumi elettrici “domestici” e relativi ad “altri usi” oggi, i diversi distributori di gas metano hanno fornito una suddivisione più specifica dei vari utilizzi; tale suddivisione riguarda dati di consumo dell’anno 2017. Da sottolineare che però solamente per le categorie *riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria e uso tecnologico + riscaldamento* i dati sono completi.

#### Consumi globali del Pinerolese

Prima di tutto appare interessante analizzare i consumi globali del territorio in analisi suddivisi nelle tipologie prima citate. A differenza dei consumi elettrici dove ovviamente tutti e 47 i comuni sono allacciati alla rete elettrica in questo caso cinque comuni non presentano il dato relativo ai consumi termici perché non sono allacciati alla rete del metano; tali comuni sono tutti localizzati in montagna e più precisamente sono Bobbio Pellice, Massello, Pramollo, Rorà, Salza di Pinerolo.

Nella tabella sotto riportata si possono apprezzare i consumi in valori assoluti per le sole quattro categorie che presentano dati completi. Il consumo annuo totale è pari a 800,73 GWh. Si nota che in termini percentuali i consumi domestici pesano per oltre il 70% sul totale mentre gli altri usi, che fanno riferimento principalmente al settore industriale pesano circa il 30%.

[KWh]	Usi domestici		Altri usi	
	<i>Riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria</i>	<i>Usi domestici</i>	<i>Uso tecnologico + riscaldamento</i>	<i>Altri usi</i>
<b>Valore assoluto</b>	557.221.487	18.979.900	216.112.771	8.416.310
<b>%</b>	69.6	2.4	26.9	1.1

Tabella 14– Consumi globali 2017, valori assoluti e percentuali (Elaborazione propria)

Di seguito viene riportato un grafico a torta dove sono stati inseriti i valori percentuali per le categorie per le quali i dati non sono completi nell'ottica di apprezzare una suddivisione più precisa dei consumi. Anche in questo caso appare evidente che il settore domestico è quello più energivoro per il Pinerolese assorbendo nella categoria *riscaldamento* ben il 55.5% dell'energia consumata; la categoria *uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria* incide invece solo per il 7.5 %. Nel settore industriale la categoria che pesa di più è quella *uso tecnologico + riscaldamento* (34.5 %); residuale appare il peso della categoria *uso tecnologico* (2.5%).

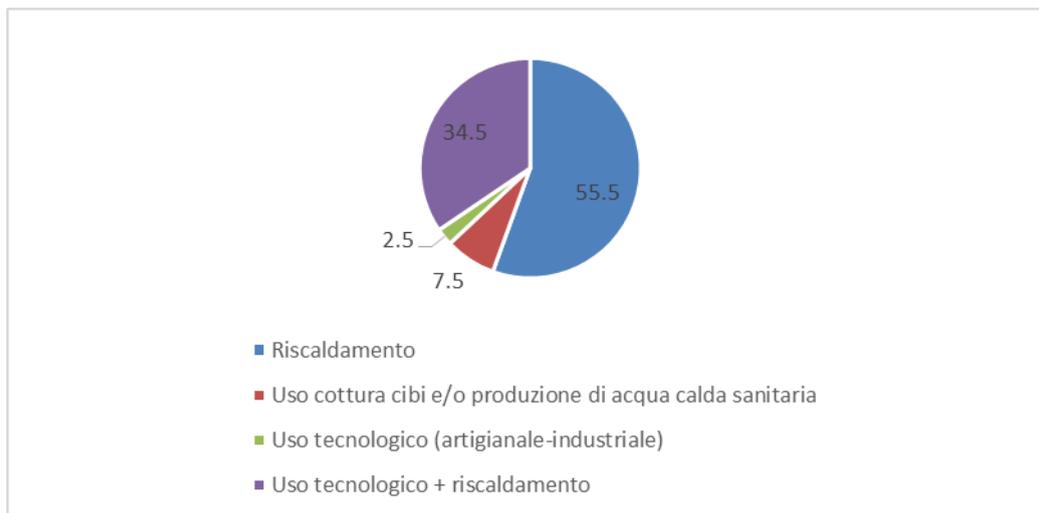


Immagine 38– Consumi 2017, valori percentuali (Elaborazione propria)

### Consumi per singoli comuni del Pinerolese

Di seguito vengono invece analizzati i consumi totali e per tipologia su base comunale.

#### Usi domestici

#### Consumi della categoria *riscaldamento*

Il grafico sotto riportato evidenzia che i consumi nella categoria *riscaldamento* raggiungono il valore più elevato nel comune di Pinerolo (pari a 154,2 GWh); tale dato risulta sproporzionato rispetto a quello degli altri comuni e ciò è dovuto all'elevato numero di abitazioni che caratterizzano la città.

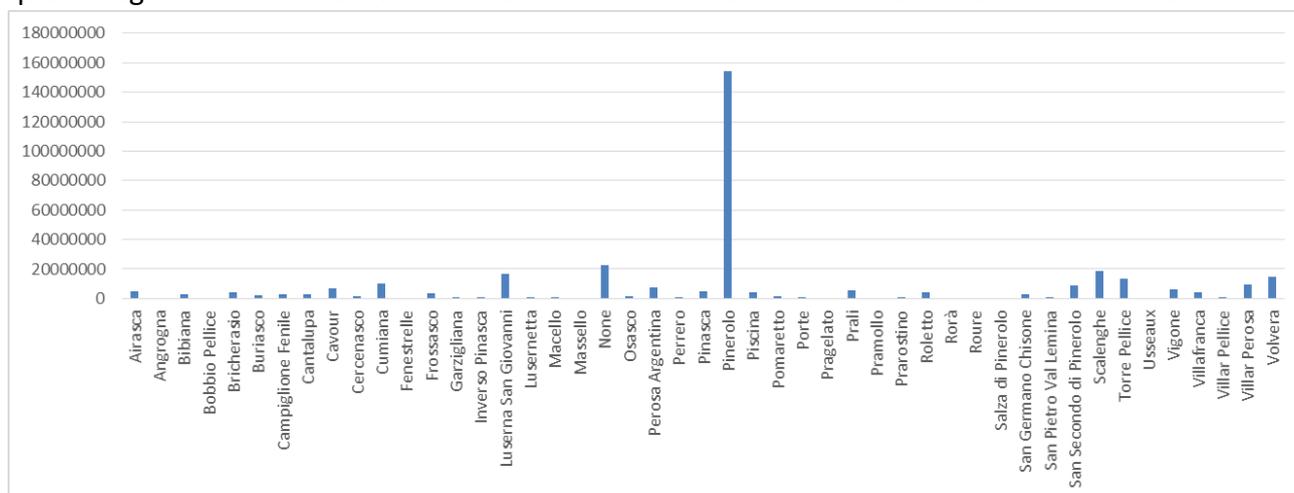


Immagine 39– Consumi categoria riscaldamento 2017, dato comunale (Elaborazione propria)

### Consumi della categoria *uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria*

Il grafico sotto riportato evidenzia che i consumi nella categoria considerata raggiungono il valore più elevato nel comune di Pinerolo (pari a 18.3 GWh); anche questa volta tale dato risulta sproporzionato rispetto a quello degli altri comuni e ciò è dovuto all'elevato numero di abitazioni che caratterizzano la città.

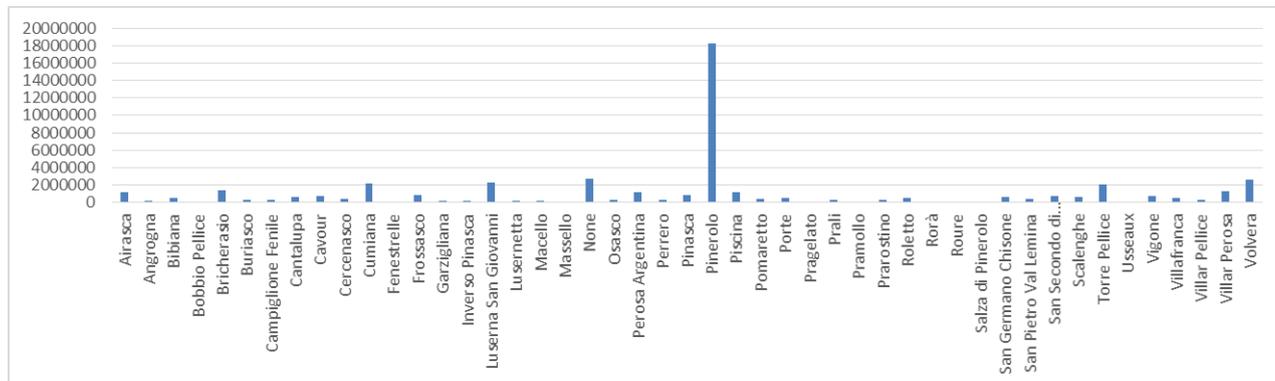


Immagine 40– Consumi categoria *uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria* 2017, dato comunale (Elaborazione propria)

### Consumi della categoria *riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria*

Il grafico sotto riportato evidenzia che i consumi nella categoria in esame raggiungono ancora una volta il valore più elevato nel comune di Pinerolo (pari a 123.2 GWh); in questo caso però si nota un maggiore peso degli altri comuni e ciò è dovuto al fatto che questa categoria presenta dei dati completi rispetto alle due precedenti.

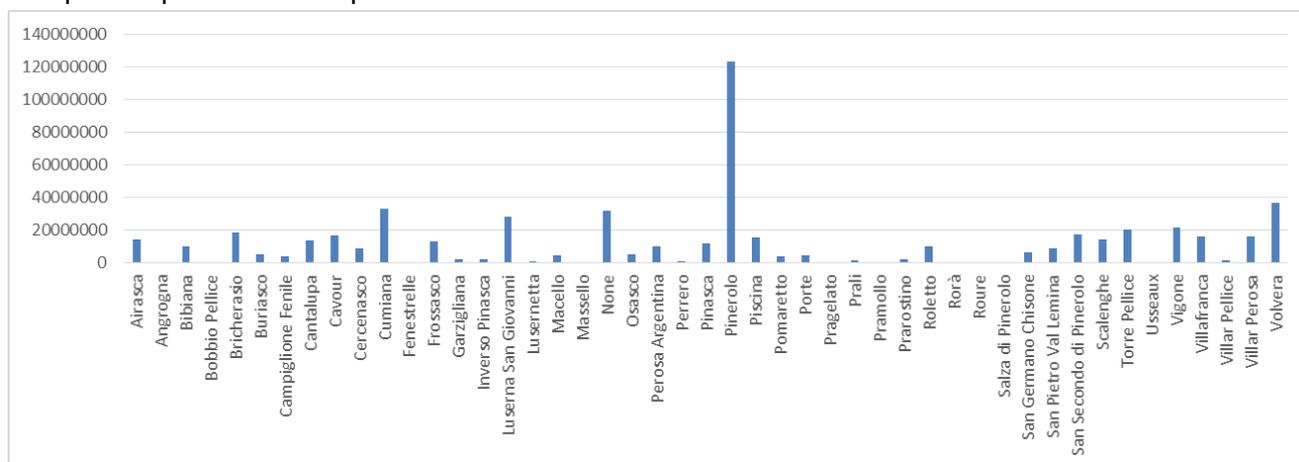


Immagine 41– Consumi categoria *riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria* 2017, dato comunale (Elaborazione propria)

## Altri usi

### Consumi della categoria *uso tecnologico + riscaldamento*

Il grafico sotto riportato riguarda i consumi nella categoria *uso tecnologico + riscaldamento* che è l'unica che presenta dati per la maggior parte dei comuni del pinerolese nel settore altri usi (industriale). I consumi di questa categoria raggiungono il valore più elevato nel comune di Pinerolo (pari a 62.8 GWh) ma ci sono anche altri comuni caratterizzati da consumi di rilievo ovvero Villar Perosa (45,9 GWh), None (31.3 GWh) e Luserna San Giovanni (22.9 GWh). Da sottolineare un parallelismo con i consumi elettrici già analizzati infatti i comuni appena citati sono caratterizzati anche da consumi elettrici elevati nel settore industriale.

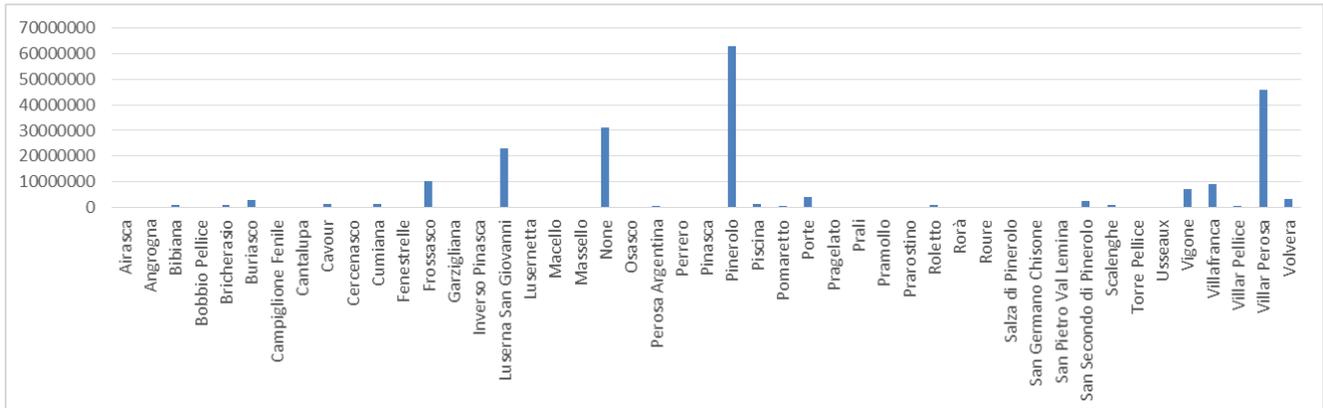


Immagine 42– Consumi categoria *uso tecnologico + riscaldamento* 2017, dato comunale (Elaborazione propria)

### Consumo totale

Osservando il grafico sotto riportato si nota che il comune caratterizzato dai consumi maggiori è Pinerolo con un fabbisogno annuo di 187.7 GWh seguito da None, Villar Perosa e Luserna San Giovanni. Per quanto riguarda Pinerolo questo dato riflette i dati prima commentati che lo vedevano per tutti i settori sempre tra i comuni dai consumi più elevati. I dati di None, Villar Perosa e Luserna San Giovanni dipendono quasi totalmente dagli elevati consumi nella categoria *uso tecnologico + riscaldamento* che afferisce agli usi non domestici e quindi propri del settore industriale.

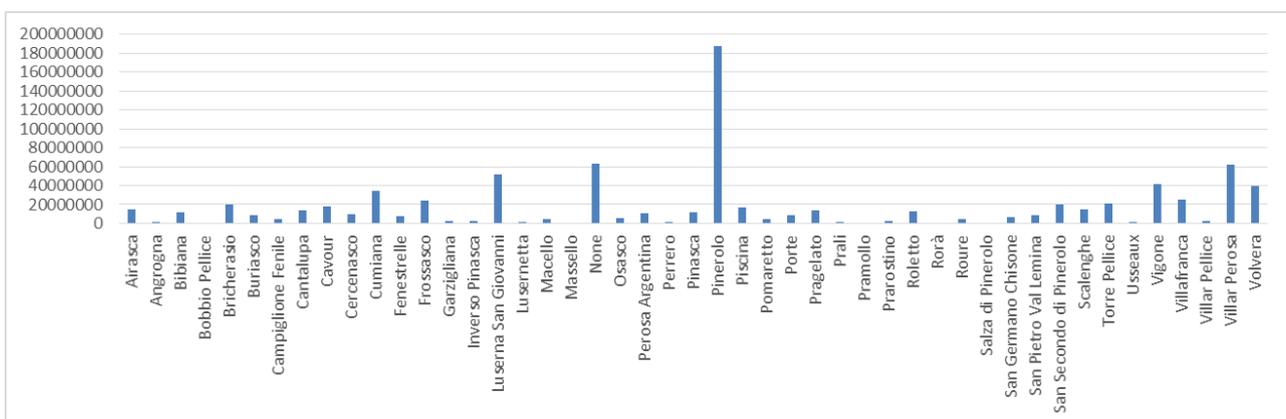


Immagine 43– Consumi totali 2017, dato comunale (Elaborazione propria)

## 2) Consumi mensili

Per quanto riguarda i consumi su base mensile l'analisi si basa su quei soggetti che hanno collaborato con il gruppo di ricerca sulla comunità energetica del Pinerolese fornendo direttamente i dati o le bollette da cui ricavarli e solo per i consumi domestici si è ricavato il dato mensile basandosi su un apposito modello.

In particolare i dati a disposizione riguardano:

- 15 attività economiche;
- 2 Comuni.

### Consumi mensili delle 15 attività economiche

Come per l'analisi dei consumi elettrici anche in questo caso le 15 aziende non vengono nominate con la loro denominazione ma con delle sigle e vengono di seguito riportate in una tabella alcune informazioni utili alla loro caratterizzazione.

Sigla azienda	Classificazione Ateco	Numero di dipendenti	Fatturato annuo [€]	Giorni lavorativi a settimana
A	E: FORNITURA DI ACQUA; RETI FOGNARIE, ATTIVITÀ DI GESTIONE DEI RIFIUTI E RISANAMENTO	380	107685397	7
B	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 17: FABBRICAZIONE DI CARTA E DI PRODOTTI DI CARTA	20	3500000	5
C	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 10:INDUSTRIE ALIMENTARI	360	64286718	5
D	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 24: METALLURGIA	782	131208409	6
E	P: ISTRUZIONE	32	2582452	5
F	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 22:FABBRICAZIONE DI ARTICOLI IN GOMMA E MATERIE PLASTICHE	1069	28239778	6
G	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 10:INDUSTRIE ALIMENTARI	110	25852749	5
H	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 22:FABBRICAZIONE DI ARTICOLI IN GOMMA E MATERIE PLASTICHE	240	43257478	6
I	J: SERVIZI DI INFORMAZIONE E COMUNICAZIONE, 58: ATTIVITÀ EDITORIALI	10	n/d	5
L	I: ATTIVITÀ DEI SERVIZI DI ALLOGGIO E DI RISTORAZIONE	13	n/d	7
M	Q: SANITA' E ASSISTENZA SOCIALE, 87: SERVIZI DI ASSISTENZA SOCIALE RESIDENZIALE	40	n/d	7
N	G: COMMERCIO ALL'INGROSSO E AL DETTAGLIO; RIPARAZIONE DI AUTOVEICOLI E MOTOCICLI	46	n/d	6
Q	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 25:FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO (ESCLUSI MACCHINARI E ATTREZZATURE)	35	n/d	5
R	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 25:FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO (ESCLUSI MACCHINARI E ATTREZZATURE)	296	68000000	7
S	C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 25:FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO (ESCLUSI MACCHINARI E ATTREZZATURE)	40	5900000	5

Tabella 15 – Caratteristiche delle attività economiche analizzate (Elaborazione propria)

L'analisi mensile dei consumi ha riguardato le attività economiche nelle sue diverse sedi (se presenti) indicate con un numero che segue la lettera identificativa dell'attività economica.

Il grafico sotto riportato evidenzia che i consumi in analisi a differenza di quelli elettrici che erano caratterizzati da valori abbastanza costanti nei vari mesi dell'anno variano molto nei mesi dell'anno raggiungendo i valori massimi nei mesi invernali e minimi in quelli estivi. In particolare i valori più alti riguardano i mesi di gennaio, quando il fabbisogno complessivo è di 14,2 GWh, e dicembre con un fabbisogno di 13,8 GWh. Anche in questo caso il valore minimo viene toccato nel mese di agosto (2.1 GWh) che coincide con il periodo di ferie della maggior parte delle aziende. Per quanto concerne le singole aziende tra quelle più energivore si nota, in analogia con i consumi elettrici, il peso dell'azienda D i cui consumi risultano compresi tra i 4 e 5 GWh nei mesi invernali e circa 2 GWh in quelli estivi e dell'azienda R con consumi di circa 2 GWh al mese nei mesi invernali ma che sono pari a zero in quelli estivi.

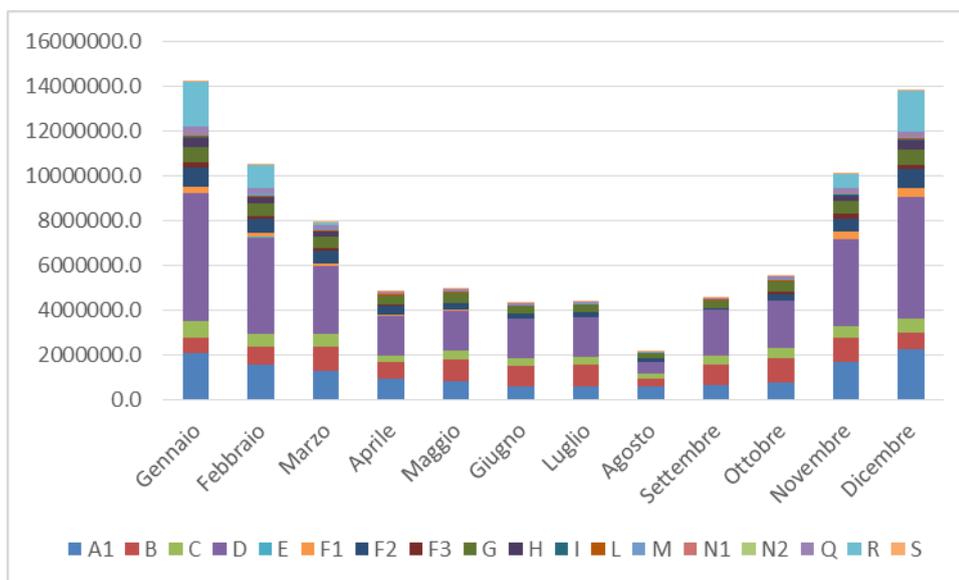


Immagine 44– Consumi mensili per singola attività economica (Elaborazione propria)

### Consumi mensili dei comuni

Al momento solo due comuni hanno fornito al gruppo di ricerca dati di consumo di livello mensile per quanto riguarda i consumi di energia termica; in particolare per tutti e due si hanno a disposizione i dati di consumo per gli edifici comunali più significativi dal punto di vista dei consumi energetici.

Nel grafico sotto riportato si può notare come il fabbisogno di energia termica degli edifici dei due comuni in analisi non è costante mantenendo l'andamento mostrato dai consumi delle attività economiche con una forte diminuzione nei mesi estivi.

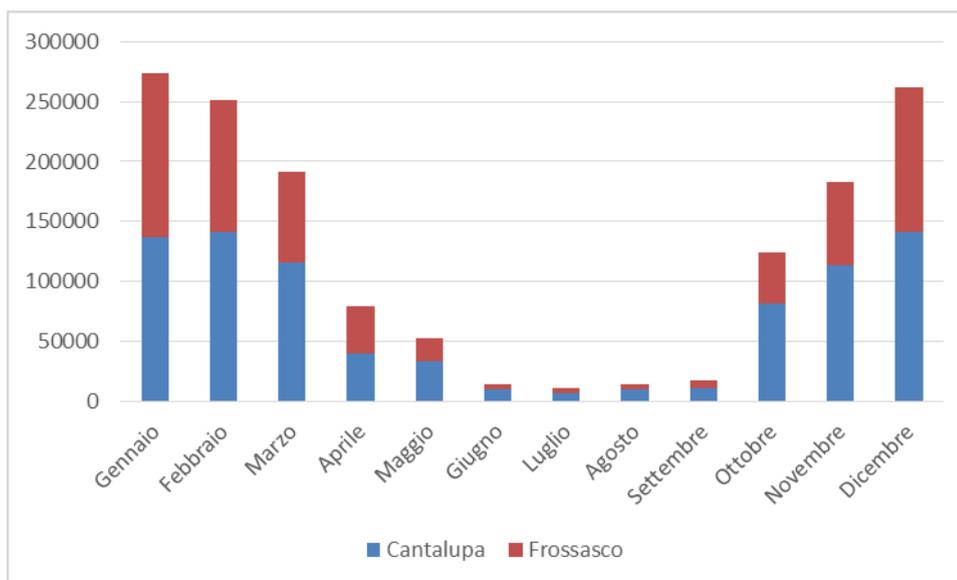


Immagine 45– Consumi mensili per gli edifici comunali (Elaborazione propria)

Il grafico sotto riportato che riguarda i soli edifici del comune di Frossasco sottolinea che la forte diminuzione dei consumi nei mesi estivi riguarda tutti gli edifici del comune.

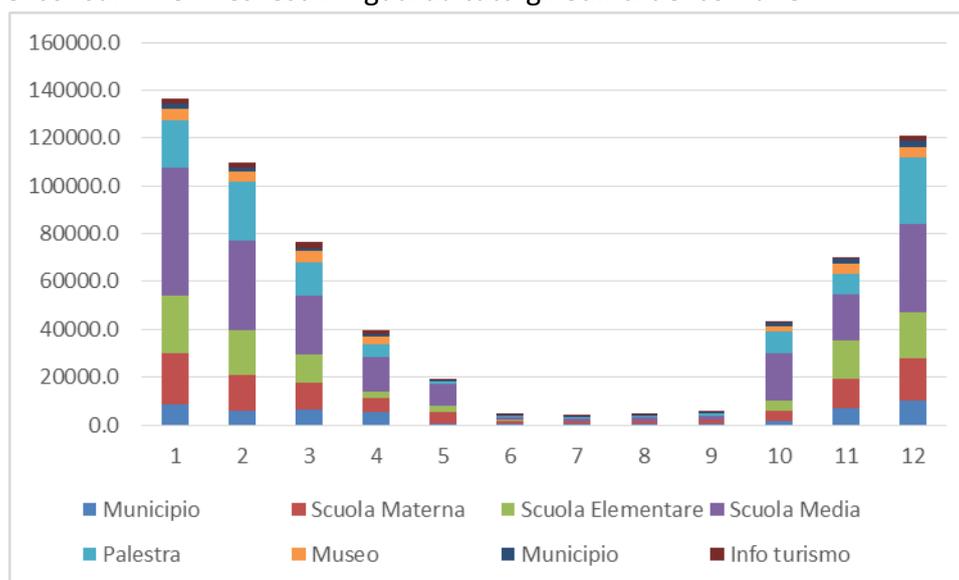


Immagine 46– Consumi mensili per gli edifici comunali di Frossasco (Elaborazione propria)

### Consumi mensili domestici

I consumi mensili domestici per i 47 comuni sono stati ricavati mettendo a punto un modello di consumo. Per passare dal dato annuale a quello mensile il modello utilizzato si basa sul dato annuale di consumo di energia termica relativo agli usi domestici su base comunale che è stato poi distribuito nei vari mesi dell'anno basandosi sul procedimento si seguito spiegato. Si è dapprima tenuto conto della zona climatica in cui è localizzato ciascuno dei 47 comuni individuando così i mesi in cui è necessario riscaldare gli edifici; per i comuni in zona climatica E i mesi in cui si distribuiranno i consumi di energia termica vanno da ottobre ad aprile mentre i comuni in zona F avranno un consumo che si distribuirà in tutti e dodici i mesi. Questi consumi, però, non possono essere ipotizzati costanti per tutti i mesi di accensione

degli impianti ma occorrerà trovare una variabile che permetta di distribuirli, ad esempio, in base alla temperatura esterna. La variabile individuata è la temperatura media mensile ricavata dalle stazioni meteo di Arpa Piemonte [13] presenti nel pinerolese; in particolare si sono individuate due stazioni meteorologiche nel territorio in analisi, una nella zona climatica F presso Prigelato e l'altra nella zona climatica E in Pinerolo e da queste si sono ricavati il valore medio mensile della temperatura utilizzando i dati osservati negli ultimi 20 anni. E' stata poi calcolata, mese per mese, la differenza di temperatura ( $\Delta T$ ) tra il valore di riferimento di 20 °C per il riscaldamento degli edifici e la temperatura media della stazione meteo ovvero:

$$\Delta T = 20^{\circ}\text{C} - t \text{ media stazione meteo}$$

Questa differenza è stata poi trasformata in un valore percentuale per i vari mesi attraverso il quale si è distribuito il consumo di calore annuale di ogni comune.

Nella tabella sotto si riportano i risultati di questo ragionamento; si nota che per la stazione meteo di Pinerolo non si è calcolata la differenza di temperatura per i mesi compresi tra maggio e settembre siccome i riscaldamenti in questa zona climatica sono fermi.

		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Stazione meteo PINEROLO	t media °C (1998-2018)	2.9	4.3	9.1	13.6	17.5	22.0	24.3	23.2	19.3	13.8	7.9	3.4
	$\Delta t$	17.1	15.7	10.9	6.4						6.2	12.1	16.6
	%	20.1	18.4	12.8	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	14.2	19.6
Stazione meteo PRAGELATO	t media °C (1998-2018)	-2.3	-2.5	1.2	4.5	8.5	12.9	14.8	14.2	10.1	5.9	1.3	-1.7
	$\Delta t$	22.3	22.5	18.8	15.5	11.5	7.1	5.2	5.8	9.9	14.1	18.7	21.7
	%	12.9	13.0	10.9	8.9	6.7	4.1	3.0	3.4	5.7	8.1	10.8	12.5

Tabella 16– Risultati modello di consumo termico domestico mensile (elaborazione propria)

Si è, così, ottenuto l'andamento mensile dei consumi di energia termica dei 47 comuni che viene riportato nel grafico seguente. Anche in questo caso si nota l'andamento tipico dei consumi termici che aumenta fortemente nei mesi invernali (circa 90 GWh a gennaio e dicembre) raggiungendo invece i valori minimi in quelli estivi (circa 10 GWh a luglio).

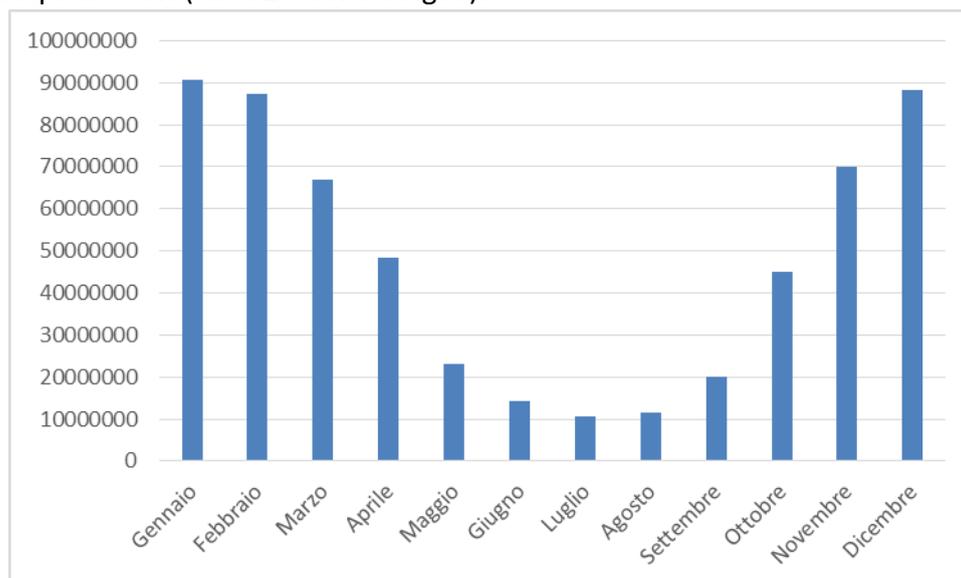


Immagine 47 – Consumi mensili di energia termica [KWh] (elaborazione propria)

## 2.4 L'energia prodotta da fonti rinnovabili nel territorio pinerolese

### 2.4.1 Energia elettrica

Ai fini di valutare degli scenari di fattibilità per la futura comunità energetica del pinerolese è indispensabile individuare ed analizzare l'attuale capacità di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile del territorio in analisi. Questo lavoro è stato possibile avvalendosi del portale Atlaimpanti [14] che è un atlante geografico interattivo che permette di consultare i dati relativi agli impianti di produzione di energia elettrica che sono oggetto di incentivazione da parte del Gestore Servizi Energetici (GSE). Il GSE è una società per azioni, controllata dal Ministero dell'Economia e delle Finanze il cui principale ruolo è l'incentivazione e lo sviluppo delle fonti rinnovabili nel nostro Paese.

I dati di produzione di energia elettrica che sono stati raccolti si distinguono in:

- 1) produzione annuale, su base comunale, suddivisa nelle diverse fonti di produzione per le quali sono presenti impianti nel pinerolese ovvero biomassa, biogas, idroelettrico e fotovoltaico
- 2) produzione mensile ricavata dai dati annuali basandosi su dati di produzione mensile di impianti tipo
- 3) produzione oraria, per alcuni giorni tipo, nelle quattro stagioni anche in questo caso basandosi su dati di produzione di impianti tipo

#### 1)Produzione annuale

I dati di produzione di energia elettrica su base annuale sono stati ottenuti unendo ai dati sulla potenza installata in ogni comune per le diverse fonti di produzione (fonte Atlaimpanti) il numero di ore equivalenti di funzionamento degli impianti ricavate dal Piano Energetico ambientale Regionale (PEAR) [15]. Più nello specifico i dati di potenza (espressi in kW) sono stati moltiplicati alle ore equivalenti (h) ottenendo i dati di produzione annua (kWh) di energia elettrica.

#### Produzione globale del Pinerolese

Prima di tutto appare interessante analizzare la produzione globale del territorio in analisi (47 Comuni) suddivisi nelle quattro fonti di produzione prima citate. Nella tabella sotto riportata si possono apprezzare le produzioni, per tipologia, in valori assoluti. La produzione annua totale è pari a 415,33 GWh.

	<b>Biogas</b>	<b>Biomassa</b>	<b>Idroelettrico</b>	<b>Fotovoltaico</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Valore assoluto [KWh]</b>	45.392.400	129.984.000	181.315.500	58.636.591	415.328.491

*Tabella 17– Produzioni globali 2018, valori assoluti (Elaborazione propria)*

Di seguito viene riportato un grafico a torta dove sono stati inseriti i valori percentuali per apprezzare meglio il peso delle diverse tipologie sul totale della produzione. Appare evidente che il settore idroelettrico è quello più produttivo per il Pinerolese fornendo ben il 43,7 % dell'energia seguito dalla biomassa (31,3 %) e poi dal fotovoltaico (14,1 %).

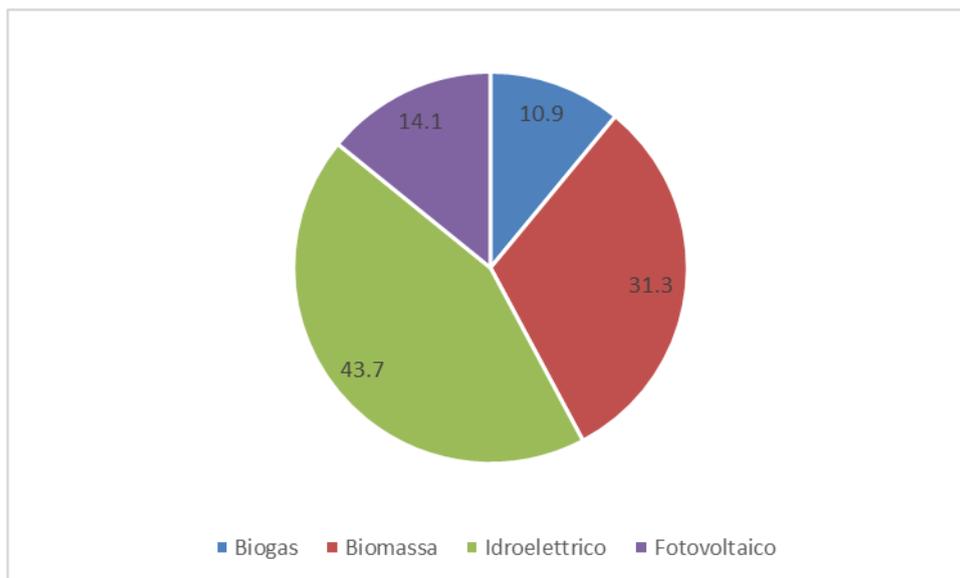


Immagine 48– Produzione globale 2018, valori percentuali (Elaborazione propria)

### Produzione per singoli comuni del Pinerolese

Di seguito viene invece analizzata la produzione totale e per fonte su base comunale.

#### *Produzione da biogas*

Il grafico sotto riportato evidenzia che la produzione da biogas riguarda solo otto comuni del pinerolese raggiungendo il valore più elevato nel comune di Pinerolo (pari a 20.97 GWh). Se l'impianto di Pinerolo produce il biogas tramite il trattamento dei rifiuti organici (polo ecologico ACEA) gli altri impianti sfruttano scarti provenienti dalla zootecnia e infatti sono tutti localizzati in pianura dove sono numerose le attività economiche basate sull'allevamento di bestiame.

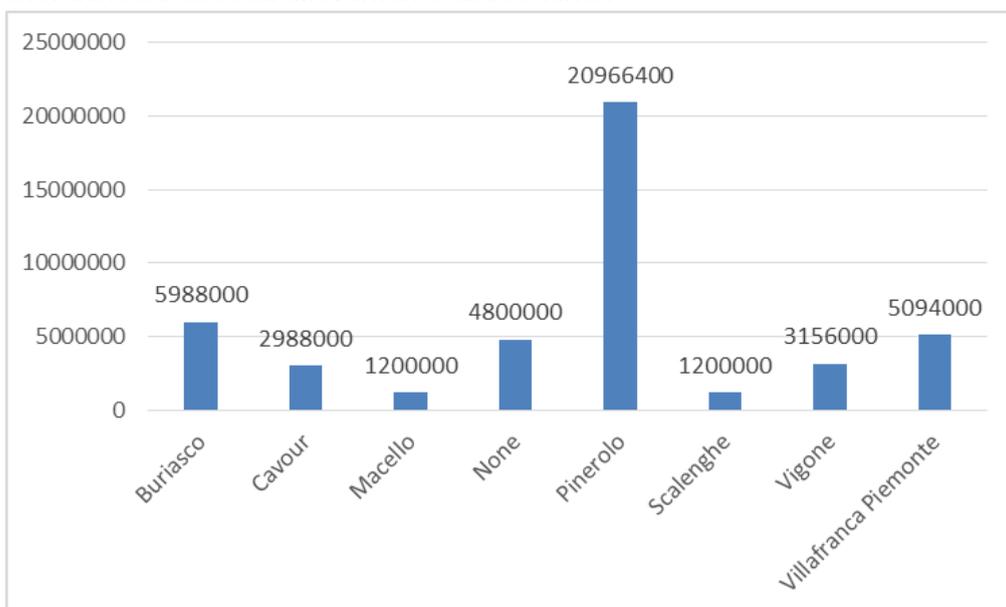


Immagine 49– Produzione da biogas 2018, dato comunale (Elaborazione propria)

### Produzione da biomassa

Nel grafico sotto riportato viene riportata la produzione da biomassa per i soli tre comuni del pinerolese in cui tali impianti sono presenti. Il valore più elevato si raggiunge nel comune di Airasca con una produzione annua di 112 GWh.

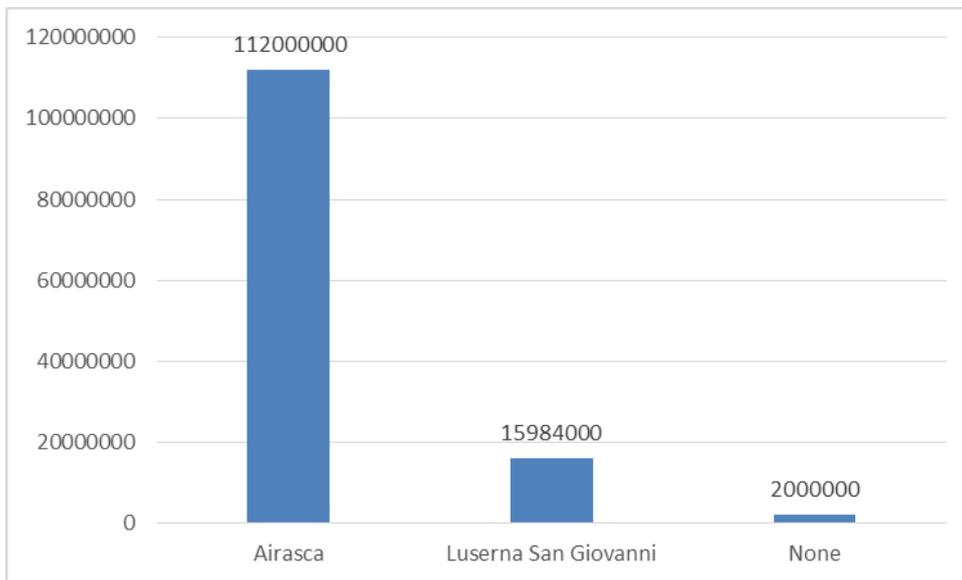


Immagine 50– Produzione da biomassa 2018, dato comunale (Elaborazione propria)

### Produzione idroelettrica

Il grafico sotto riportato evidenzia che la produzione idroelettrica riguarda ben ventisei comuni del pinerolese raggiungendo il valore più elevato nel comune di Fenestrelle (pari a 47.12 GWh). Gli altri comuni caratterizzati da valori elevati sono Bobbio Pellice (21,3 GWh), Roure (16,7 GWh) e Inverso Pinasca (14,4 GWh).

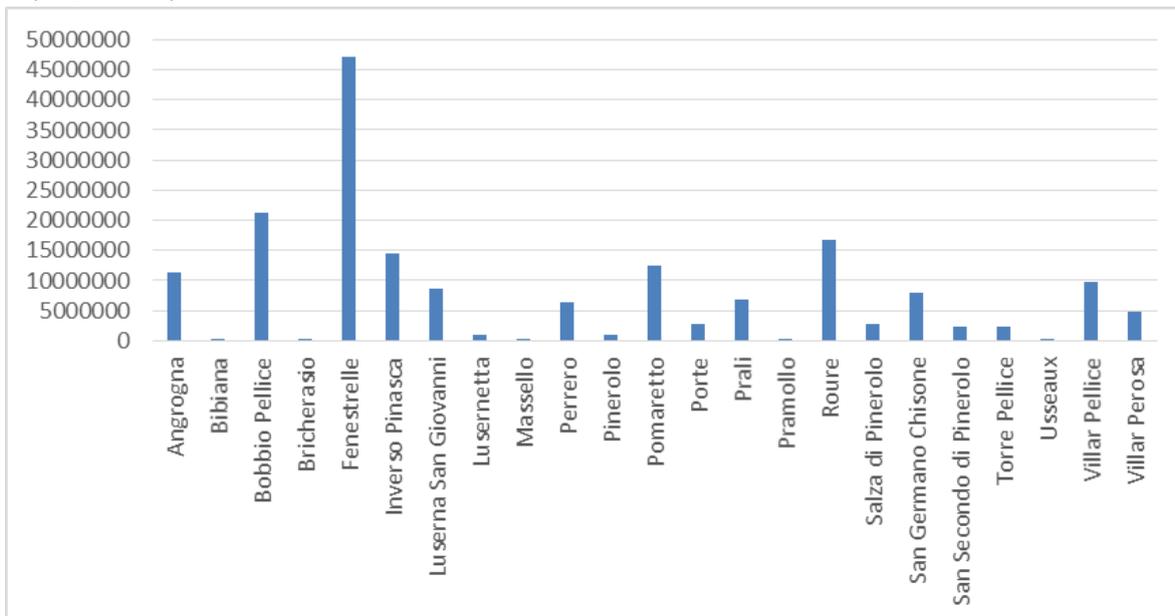
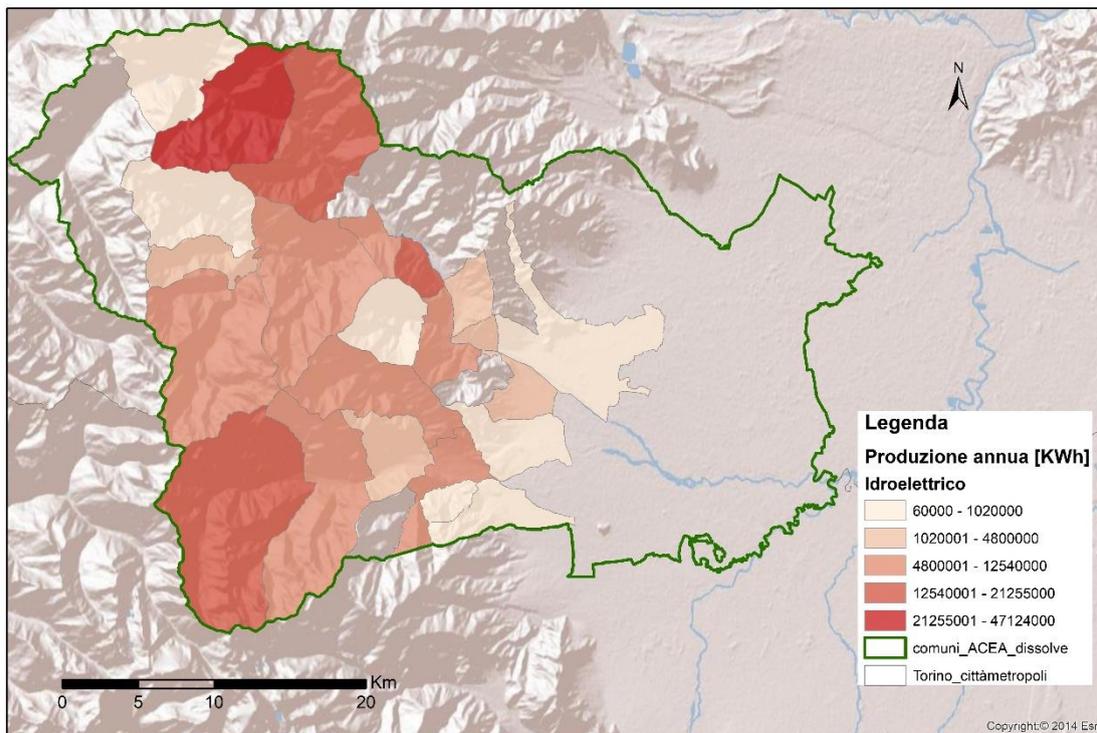


Immagine 51– Produzione da idroelettrico 2018, dato comunale (Elaborazione propria)

Per quanto riguarda la distribuzione sul territorio della produzione idroelettrica si nota che questa è distribuita esclusivamente nelle aree montane e pedemontane del pinerolese. Ciò è dovuto al fatto che in queste zone lo sfruttamento dell'acqua è più conveniente per portate dei corsi d'acqua e pendenze del territorio.



Carta 18– Produzione da idroelettrico 2018, dato comunale (Elaborazione propria)

### Produzione da fotovoltaico

Il grafico sotto riportato evidenzia che la produzione da fotovoltaico riguarda la grande maggioranza dei comuni del pinerolese (quarantacinque su quarantasette); gli unici due comuni dove non si registra produzione da fotovoltaico sono Massello e Prali. I valori più elevati si registrano a Villafranca Piemonte che raggiunge il valore più elevato (pari a 11.3 GWh). Gli altri comuni caratterizzati da produzioni elevate sono Airasca (5,14 GWh), Frossasco (4,53 GWh) e Pinerolo (3,84 GWh).

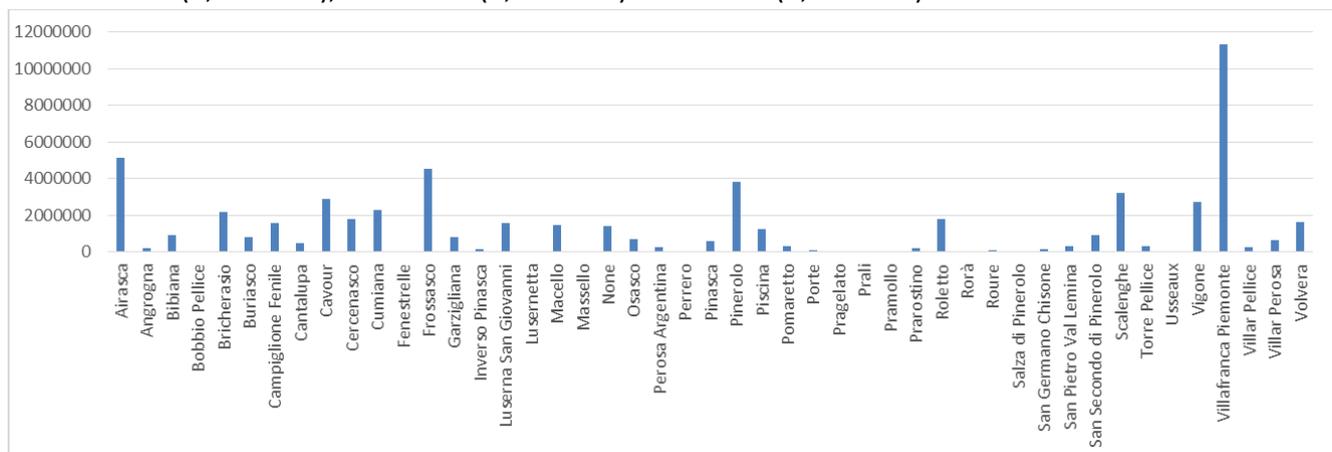
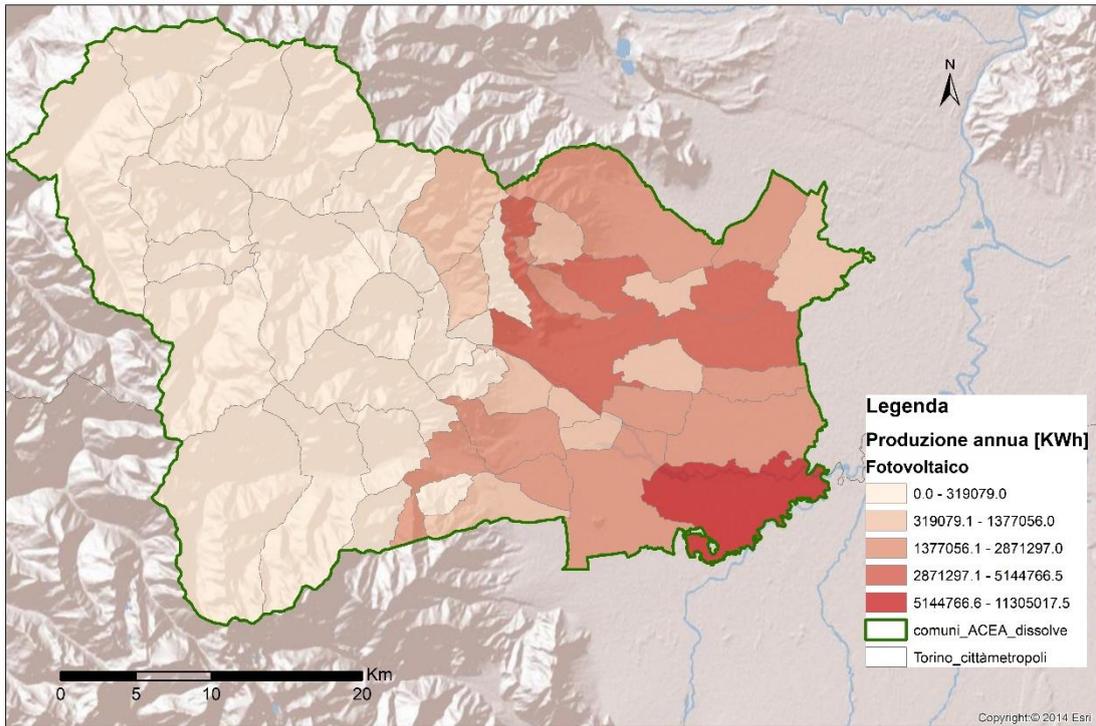


Immagine 52– Produzione da fotovoltaico 2018, dato comunale (Elaborazione propria)

Per quanto riguarda la produzione di energia elettrica tramite impianti fotovoltaici si nota che i comuni caratterizzati dalle produzioni più consistenti sono localizzati principalmente nelle aree di pianura del

territorio in analisi. Ciò dipende da un maggior numero di edifici civili e capannoni industriali che caratterizzano queste aree sui quali vengono localizzati pannelli fotovoltaici.



Carta 19– Produzione da fotovoltaico 2018, dato comunale (Elaborazione propria)

#### Produzione totale da FER

Osservando il grafico sotto riportato si nota che il comune caratterizzato dalla maggiore capacità produttiva è Airasca con una produzione annua di 117,14 GWh seguito da Fenestrelle (47,2 GWh), Luserna San Giovanni (26,3 GWh) e Pinerolo (25,8 GWh). Il dato di Airasca dipende quasi totalmente dall'elevata produzione della centrale a biomassa (96%) mentre la produzione da fotovoltaico pesa per il 4%; la produzione di Fenestrelle deriva quasi esclusivamente dalla centrale idroelettrica (99%). La produzione di Luserna San Giovanni è ben bilanciata tra biomassa (61%), idroelettrico (33%) e fotovoltaico (6%), infine, la produzione di Pinerolo deriva da biogas per l'81%, da fotovoltaico per il 15 % e da idroelettrico per il 4 %.

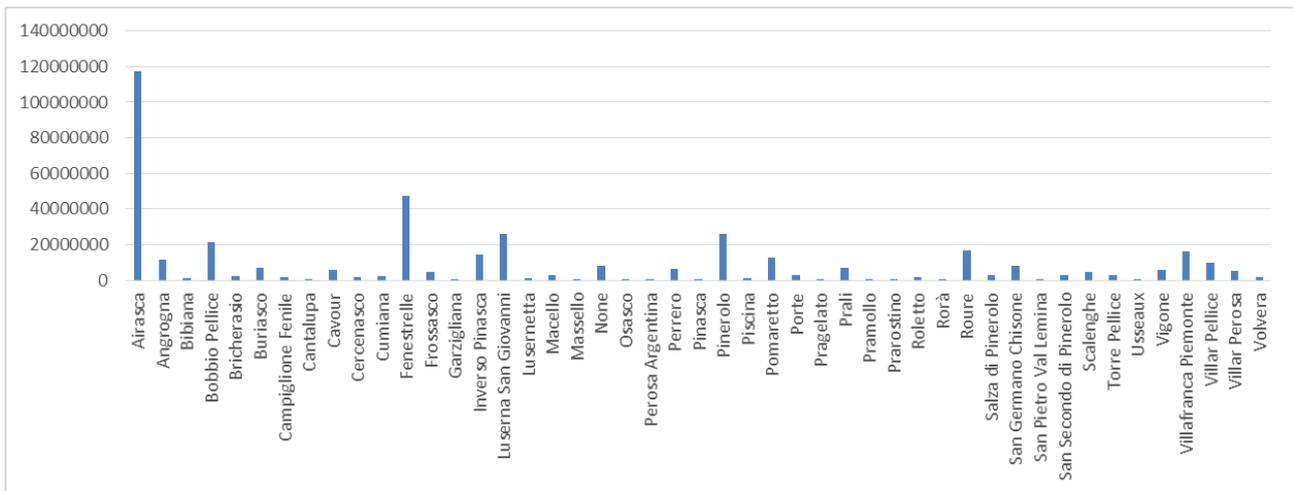
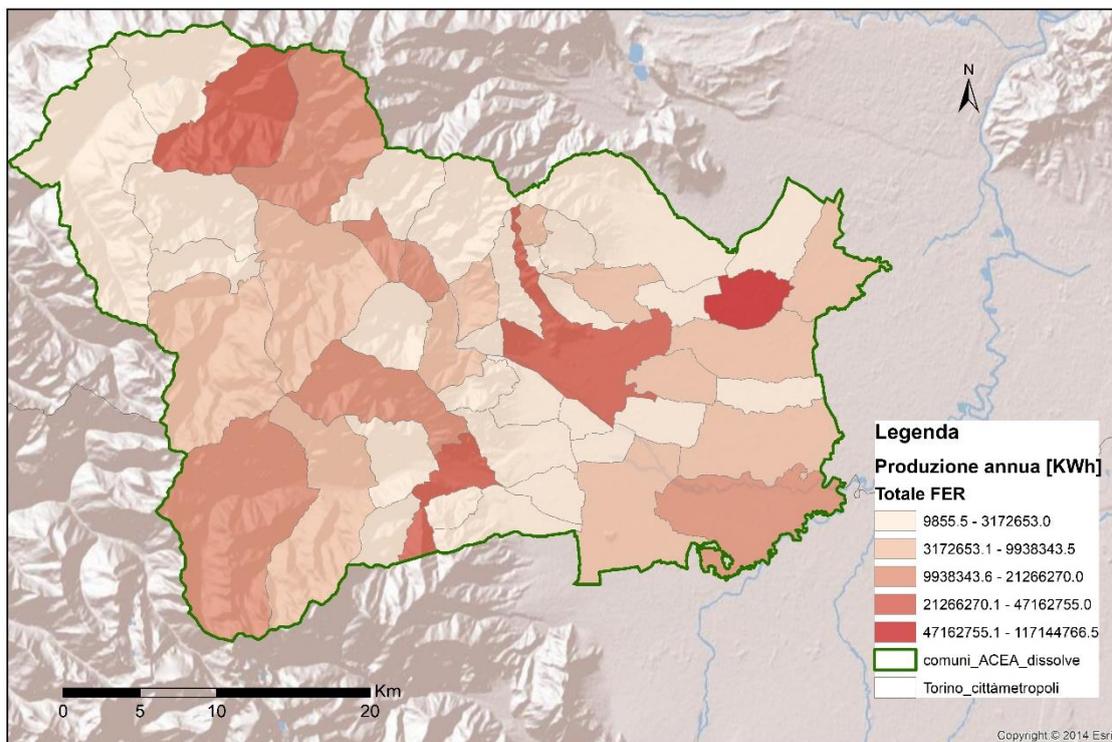


Immagine 53– Produzione da FER 2018, dato comunale (Elaborazione propria)

Per quanto riguarda la distribuzione dell'energia totale prodotta da FER nei quarantasette comuni si nota che questa pur concentrandosi in alcuni di essi è abbastanza ben distribuita sul territorio in analisi.



Carta 20– Produzione totale da FER 2018, dato comunale (Elaborazione propria)

## 2) Produzione mensile

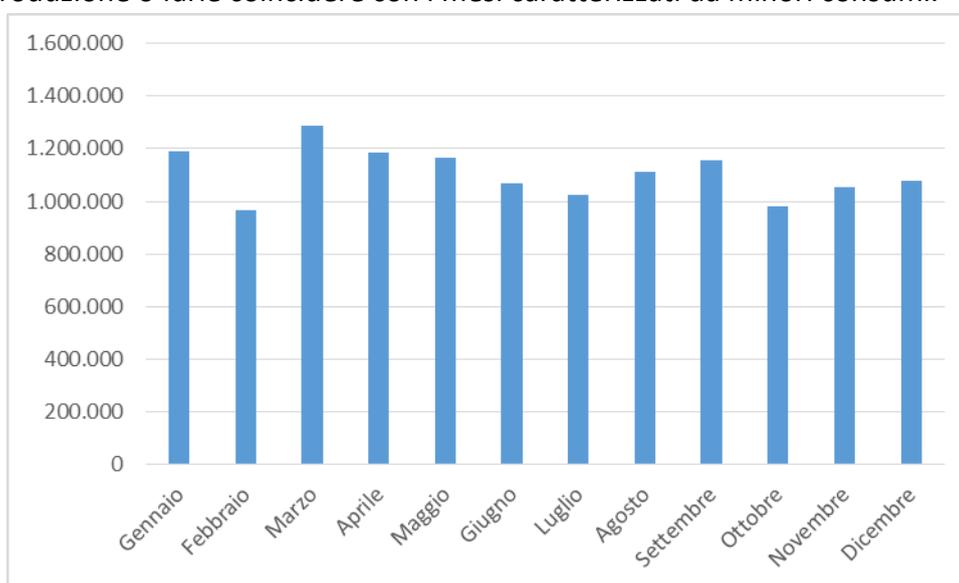
Se per alcune fonti rinnovabili la produzione su base mensile è costante per altre si modifica al variare della disponibilità della fonte rinnovabile. In particolare per quanto concerne gli impianti che sfruttano la biomassa o il biogas la produzione è costante nei vari mesi e ciò è possibile affermarlo dopo l'analisi dei dati di produzione di due impianti tipo che successivamente verranno mostrate. Gli impianti idroelettrici vengono classificati dal portale Atlaimpianti in due tipologie principali: impianti caratterizzati da accumulo (serbatoio o bacino) ed impianti ad acqua fluente. Per i primi la produzione nei vari mesi dell'anno si può considerare costante mentre per i secondi varia al modificarsi della

quantità di acqua presente nel corpo idrico secondo un andamento stagionale che è stato ottenuto sulla base di due impianti tipo presenti nel pinerolese.

Infine la produzione di energia con impianti fotovoltaici varia nei mesi dell'anno a seconda dell'irraggiamento solare che varia nelle diverse stagioni e anche nei quarantasette comuni in analisi; per questo motivo non ci si può basare su un impianto tipo localizzato in un comune del pinerolese ma sono stati utilizzati i dati relativi alla produzione media mensile di impianti fotovoltaici da 1 KW di potenza individuata su base comunale dal sito PVGIS.

#### *Produzione da biogas e biomassa*

Per stimare la produzione mensile di energia elettrica da biogas e biomassa ci si è basati su dati di produzione mensili di energia di un impianto a biogas e di un impianto a biomassa. In particolare l'ACEA Pinerolese Industriale S.P.A. ha fornito i dati di produzione riguardanti l'impianto a biogas che gestiscono mentre un'altra azienda del pinerolese ha fornito i dati di produzione dell'impianto a biomasse legnose che gestisce. Di seguito vengono riportati i grafici dove si può osservare la produzione dei due impianti tipo nei mesi dell'anno. Ovviamente non si parla di una produzione esattamente costante nei mesi ma le variazioni nei mesi sono minime e non sono legate ad una mancanza di disponibilità della fonte ma coincidono con interventi di manutenzione ordinaria come la pulizia della camera di combustione per l'impianto a biomassa e non possono essere generalizzati per tutti gli impianti di quella tipologia. Inoltre questi interventi di manutenzione, qualora questi impianti entrassero a far parte della comunità energetica, potranno essere coordinati in modo tale da minimizzare queste variazioni di produzione o farle coincidere con i mesi caratterizzati da minori consumi.



*Immagine 54– Produzione da biogas 2018 (Dati ACEA)*

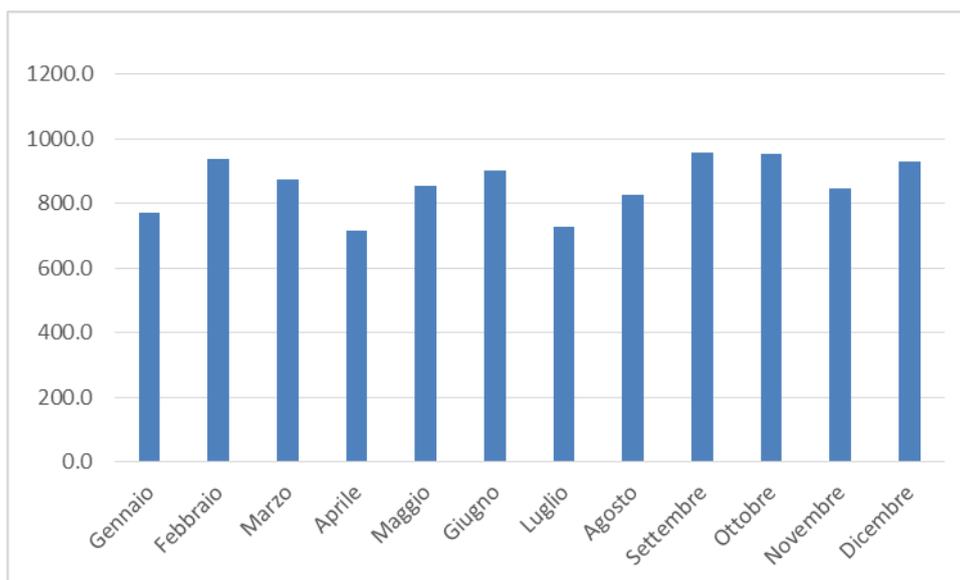


Immagine 55– Produzione da biomassa 2018 (Dati forniti da azienda produttrice)

Ipotizzando costanti le produzioni da biogas e da biomassa nei vari mesi dell'anno la produzione di tutti gli impianti a biogas e biomassa per i quarantasette comuni in analisi nei dodici mesi sono riportate nei grafici di seguito riportati.

La produzione media da biogas per i 47 comuni è di circa 3,8 GWh al mese.

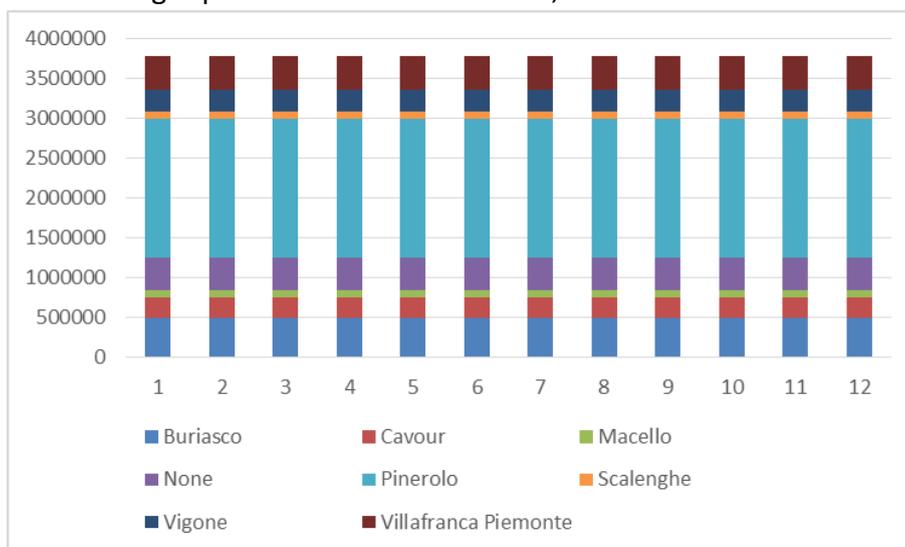


Immagine 56– Produzione mensile da biogas (Elaborazione propria)

La produzione media da biomassa per i 47 comuni è di circa 10,8 GWh al mese.

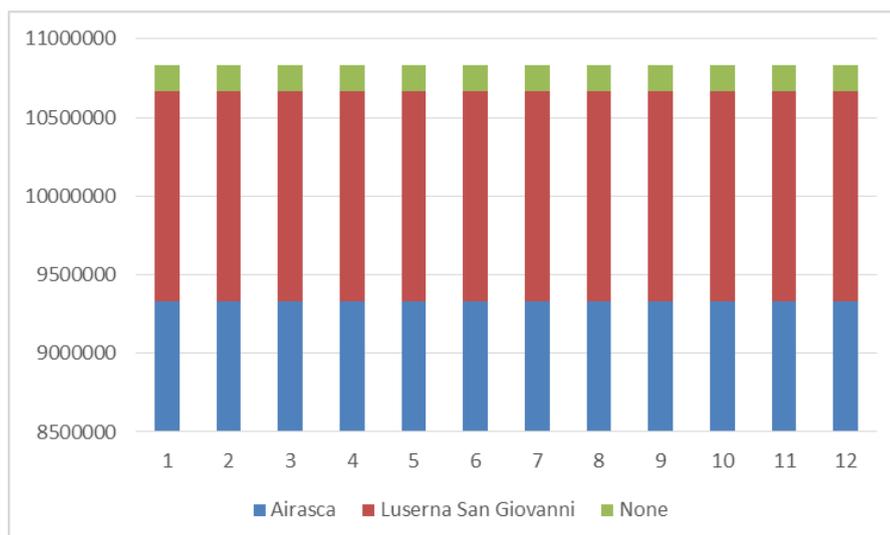


Immagine 57– Produzione mensile da biomassa (Elaborazione propria)

### Produzione idroelettrica

Gli impianti idroelettrici presenti nel pinerolese si distinguono in due tipologie principali: impianti caratterizzati da accumulo ovvero serbatoio o bacino, che producono il 40% dell'energia prodotta da idroelettrico ed impianti ad acqua fluente che invece producono il 60% della stessa. Per i primi la produzione nei vari mesi dell'anno si può considerare costante in quanto la presenza di un accumulo permette una disponibilità continua della risorsa idrica nei vari mesi dell'anno; questi impianti, inoltre, qualora inseriti nella comunità energetica potrebbero programmare la produzione di energia nei momenti in cui è maggiore la domanda. Gli impianti ad acqua fluente, invece, sono caratterizzati da una produzione che varia al modificarsi della quantità di acqua presente nel corpo idrico secondo un andamento stagionale. Ciò è stato osservato basandosi sui dati di due centrali ad acqua fluente presenti in Val Pellice che il gestore ha condiviso con il gruppo di ricerca; vengono, di seguito, riportati i grafici dove si può osservare la produzione dei due impianti tipo nei mesi dell'anno.

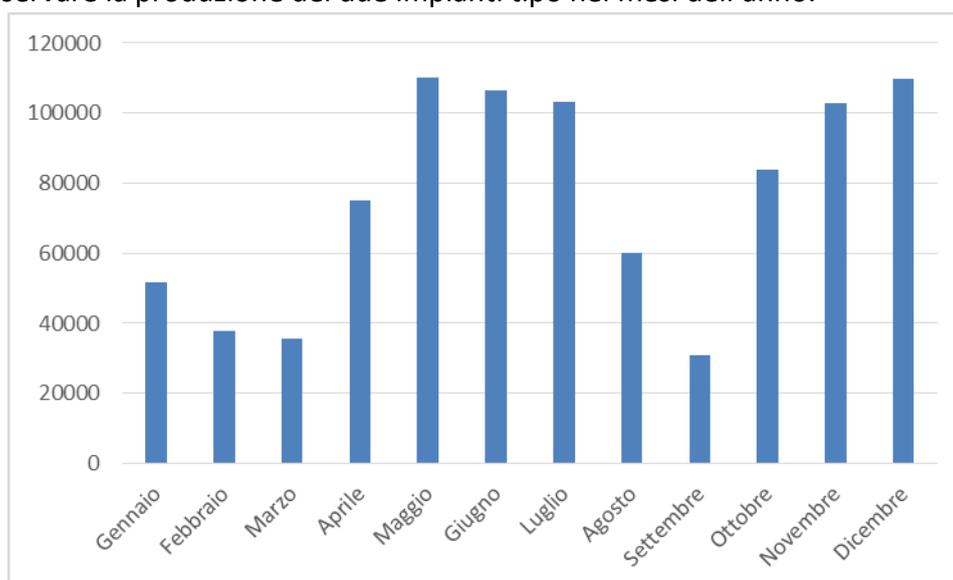
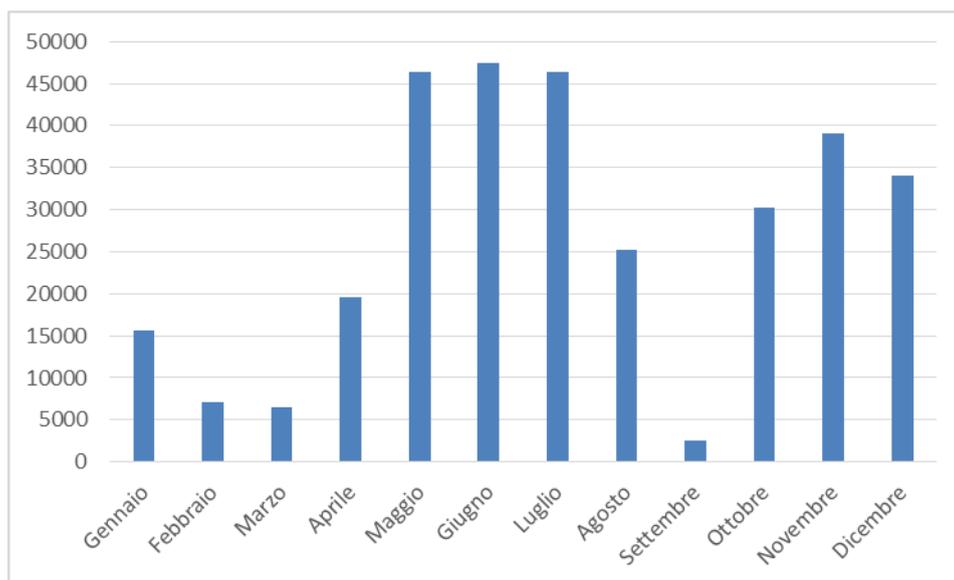
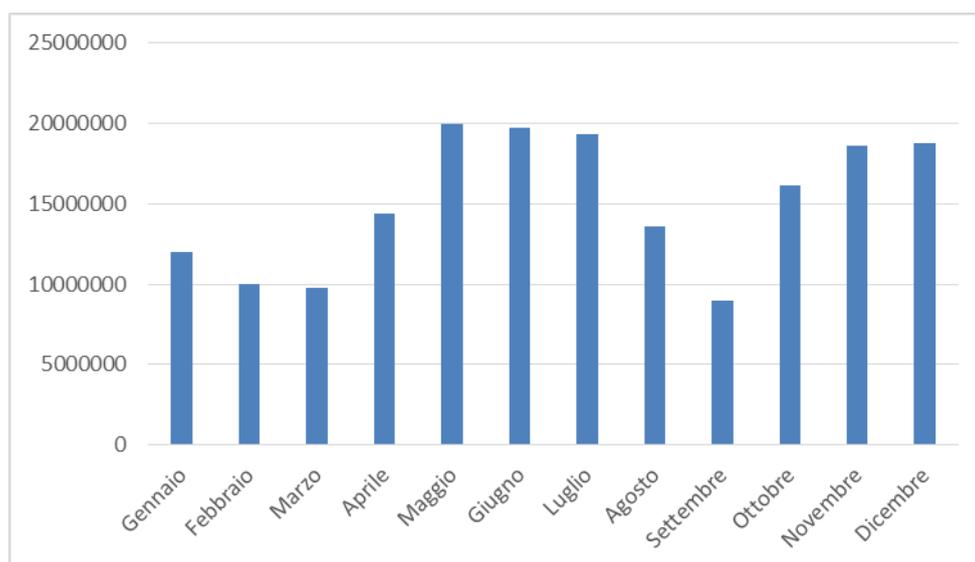


Immagine 58– Produzione da idroelettrico 2018, impianto 1 (Dati forniti da azienda produttrice)



*Immagine 59– Produzione da idroelettrico 2018, impianto 2 (Dati forniti da azienda produttrice)*

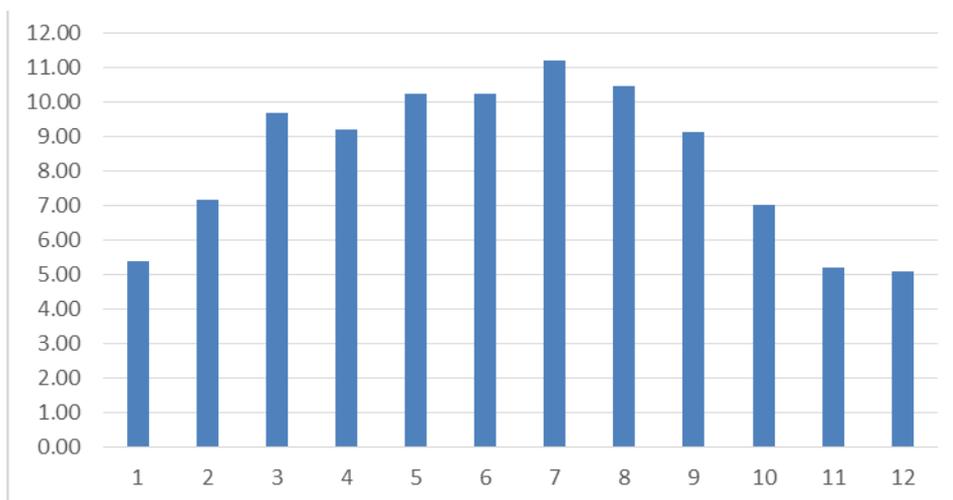
Alla luce di queste informazioni, per ricavare l'energia prodotta mensilmente da tutti gli impianti idroelettrici presenti nel territorio in analisi, si è deciso di operare diversamente a seconda degli impianti considerati: l'energia annualmente prodotta dagli impianti con accumulo è stata suddivisa in modo uniforme nei dodici mesi dell'anno mentre l'energia prodotta da impianti ad acqua fluente è stata distribuita nei mesi dell'anno sulla base del profilo percentuale di produzione ricavato dai dati di produzione dei due impianti tipo. Il risultato è visibile nel grafico riportato di seguito dove si nota che i mesi caratterizzati dalle produzioni massime sono quelli tra la primavera e l'estate e quelli autunnali; il valore massimo si raggiunge a maggio con 19,9 GWh di energia elettrica prodotta mentre il minimo di produzione è nel mese di settembre con 8,9 GWh di elettricità prodotta.



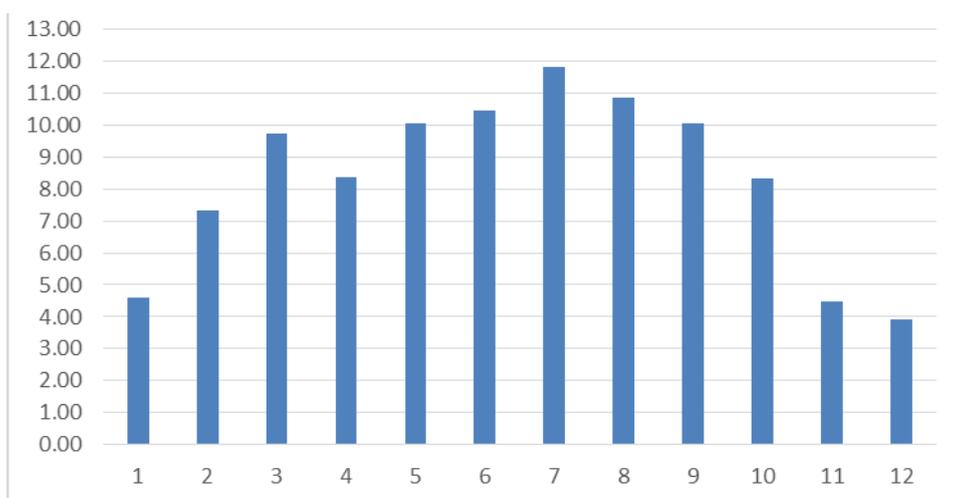
*Immagine 60– Produzione mensile da idroelettrico (Elaborazione propria)*

### *Produzione da fotovoltaico*

Per passare dalla produzione annua a quella mensile in questo caso non ci si è basati sui dati di produzione di un impianto tipo. Questo ragionamento sarebbe scorretto a meno di avere dati di produzione di un impianto tipo per ognuno dei quarantasette comuni del pinerolese. Per la produzione fotovoltaica, infatti, occorre tenere conto che l'irraggiamento solare varia nei mesi ma in modo diverso nei comuni in analisi tenendo conto della variegata orografia del pinerolese che comprende aree di pianura, di pedemonte e di alta montagna. Si è quindi deciso di basarsi sui dati relativi alla produzione media mensile per impianti da 1 KW di potenza individuata su base comunale dal sito PVGIS. Sulla base di questi dati si è quindi calcolato un andamento percentuale di produzione di energia elettrica nei dodici mesi dell'anno per ognuno dei quarantasette comuni. A titolo esemplificativo vengono mostrati i profili di produzione di due comuni del pinerolese, uno posto in pianura ovvero Villafranca Piemonte e uno in alta montagna e quindi Usseaux. Osservando i due profili si notano due andamenti diversi per la produzione nei dodici mesi; in particolare nel mese in cui la produzione è massima, ovvero luglio, a Villafranca la produzione pesa circa l'11% su quella annuale mentre ad Usseaux raggiunge il 12%. Un'altra significativa differenza riguarda la diminuzione di produzione tra il mese di ottobre e quello di novembre che a Villafranca scende dell'1,8 % mentre ad Usseaux scende del 3,5 %.



*Immagine 61– Produzione % mensile da fotovoltaico a Villafranca Piemonte (Elaborazione propria)*



*Immagine 62– Produzione % mensile da fotovoltaico a Usseaux (Elaborazione propria)*

Il risultato è la produzione di energia elettrica da fotovoltaico su base mensile per l'intero pinerolese che viene riportata nel grafico seguente. Appare evidente che questa produzione non è costante nei vari mesi dell'anno ma raggiunge valori minimi nei mesi invernali e massimi in estate. Il mese di dicembre è quello caratterizzato dalla produzione più bassa che è pari a 2,9 GWh, il mese di luglio quello con la produzione più elevata pari a 6,5 GWh.

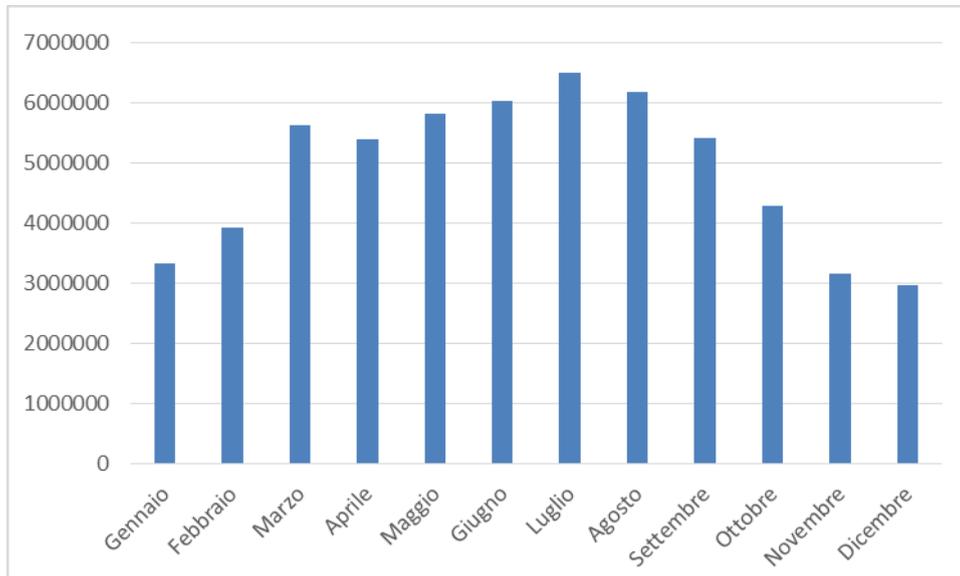


Immagine 63– Produzione mensile da fotovoltaico (Elaborazione propria)

#### Produzione totale da FER

Sommando le produzioni su base mensile da biogas, biomassa, idroelettrico e fotovoltaico si ottiene la produzione di energia elettrica totale da FER nel territorio in analisi per i dodici mesi dell'anno.

L'andamento non costante della produzione nei dodici mesi è causato principalmente dalla variabilità della produzione da idroelettrico che, come già affermato ad inizio capitolo, è la fonte più produttiva per il pinerolese fornendo circa il 44 % dell'energia totale.

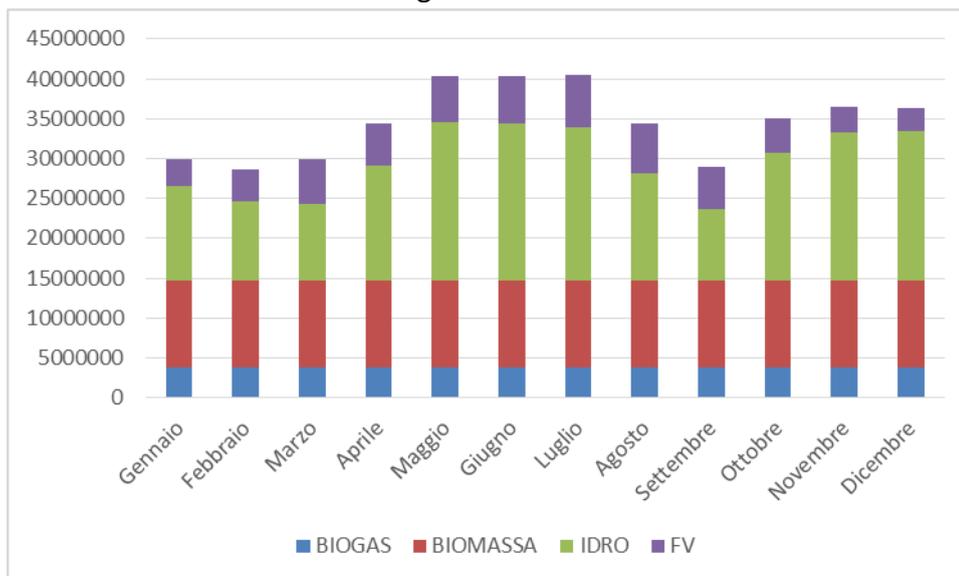


Immagine 64– Produzione mensile da FER (Elaborazione propria)

### 3)Produzione oraria

I dati di produzione di energia elettrica su base oraria riguardano quattro giorni tipo, uno per ogni stagione. In questo caso non è necessario distinguere in giorni feriali o festivi in quanto a differenza dei consumi la produzione non cambia. Per gli impianti con produzione costante ovvero biomassa e biogas i dati di produzione oraria mostreranno un andamento costante nelle varie ore della giornata per le quattro stagioni, per la produzione idroelettrica, invece, l'andamento sarà costante nella giornata anche se diverso in ordine di grandezza nelle stagioni; infine differente è il discorso per la produzione oraria degli impianti fotovoltaici che invece cambia sia nell'arco delle ventiquattro ore che da stagione a stagione. Infine sono state sommate le produzioni orarie per i quattro giorni tipo in modo da ottenere l'andamento orario della produzione totale da FER.

I dati di produzione oraria riguardano:

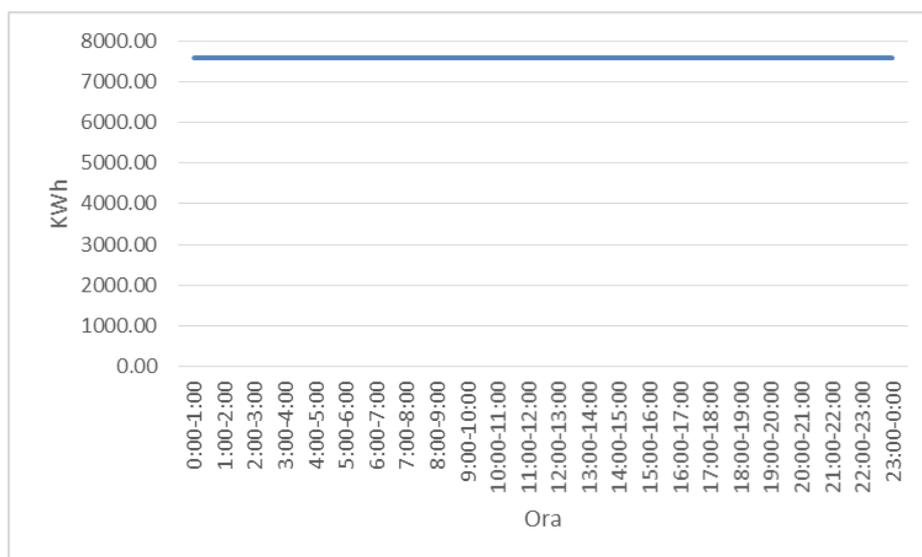
- produzione da biogas;
- produzione da biomasse;
- produzione idroelettrica;
- produzione da fotovoltaico;

#### *Produzione da biogas e biomasse*

Questi impianti sono caratterizzati da una produzione costante nelle varie ore della giornata e per le quattro stagioni. Per individuare il dato di produzione oraria si sono seguiti una serie di passaggi:

- sapendo le ore equivalenti di funzionamento dell'impianto in un anno ovvero seimila per il biogas e ottomila per la biomassa (dati PEAR) si sono individuati i giorni di funzionamento dividendo tali ore per ventiquattro che sono le ore di cui è composto un giorno;
- dividendo la produzione annua (già individuata precedentemente) per i giorni di funzionamento si è ottenuta la produzione giornaliera;
- infine la produzione oraria si è ottenuta dividendo la produzione giornaliera per ventiquattro.

La produzione oraria da biogas è descritta nel grafico di seguito riportato, si nota una produzione oraria costante pari a 7565,4 KWh



*Immagine 65– Produzione oraria, biogas (Elaborazione propria)*

Anche la produzione oraria da biomasse è costante come si può notare nel grafico sotto riportato, ma pari a 16248 KWh.

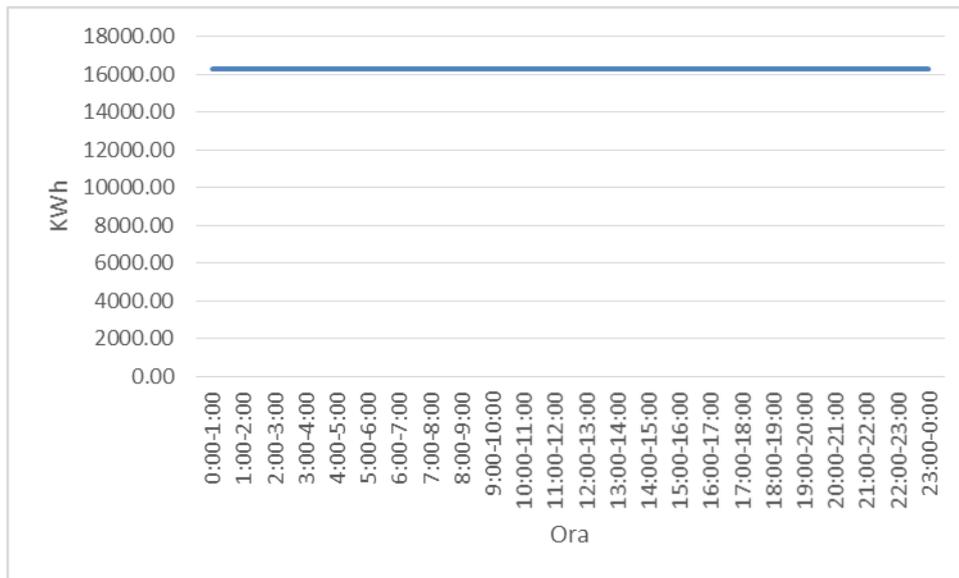


Immagine 66– Produzione oraria, biomassa (Elaborazione propria)

### Produzione idroelettrica

Gli impianti idroelettrici sono caratterizzati da una produzione costante nella giornata anche se diversa in ordine di grandezza nelle quattro stagioni. Per osservare questo andamento i dati di produzione oraria sono stati ricavati partendo dal dato di produzione mensile; quello di gennaio per la stagione invernale, quello di aprile per la primavera, quello di luglio per l'estate e quello di ottobre per l'autunno. Il dato mensile è stato diviso per il numero di giorni del mese di riferimento per ottenere la produzione giornaliera e poi diviso per ventiquattro per ottenere la produzione oraria. Nel grafico di seguito riportato sono stati inseriti i dati di produzione oraria delle quattro stagioni; nel periodo invernale la produzione oraria è minima e pari a 16128.68 KWh, in primavera è uguale a 20033.08 KWh, in estate raggiunge il valore massimo pari a 25952.78 KWh e in autunno è uguale a 21727.29 KWh.

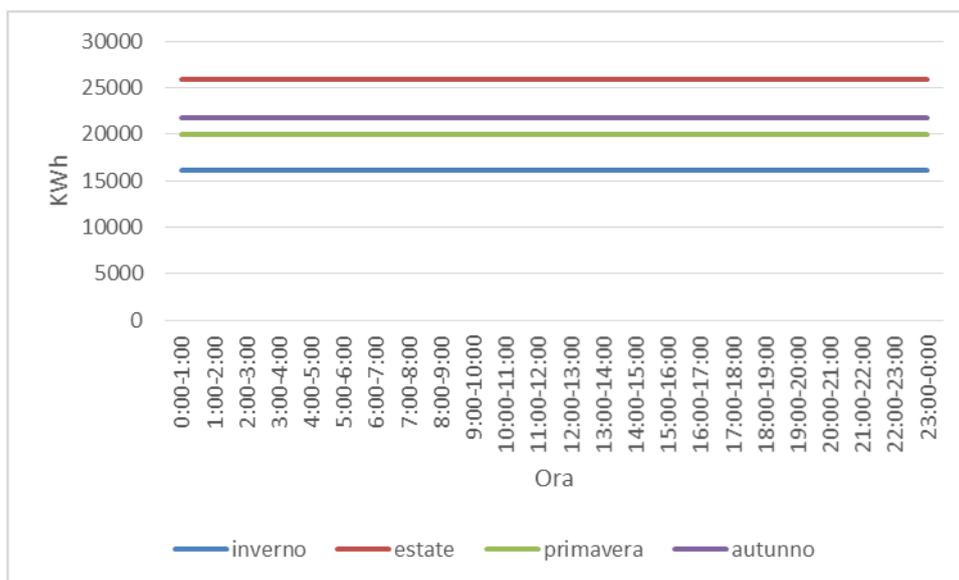


Immagine 67– Produzione oraria, idroelettrico (Elaborazione propria)

## Produzione da fotovoltaico

Per quanto riguarda la produzione oraria degli impianti fotovoltaici l'analisi risulta più interessante perché la produzione cambia non solo nelle quattro stagioni ma anche nell'arco delle ventiquattro ore dei giorni tipo considerati. I dati di produzione oraria sono stati ottenuti partendo dal dato di produzione mensile; quello di gennaio per la stagione invernale, quello di aprile per la primavera, quello di luglio per l'estate e quello di ottobre per l'autunno. Il dato mensile è poi stato diviso per il numero di giorni del mese di riferimento per ottenere la produzione giornaliera. In questo caso per passare dalla produzione giornaliera a quella oraria non si può dividere il dato nelle ventiquattro ore siccome la risorsa sole non è presente in modo costante durante la giornata. Si è quindi fatto riferimento al dato di irradianza oraria del comune di Pinerolo che il portale PVGIS mette a disposizione per i dodici mesi dell'anno; la scelta di tale comune è basata sul fatto che questo è baricentrico all'area in analisi. La produzione giornaliera è quindi stata distribuita nelle ventiquattro ore dei quattro giorni tipo basandosi sul profilo percentuale di irradianza dei quattro mesi di riferimento. Il grafico sotto riportato mostra che nelle quattro stagioni variano sia la produzione massima che è più elevata in estate (25529.77 KWh alle 11) e più bassa in inverno (17229.02 KWh alle 11) sia il numero di ore in cui gli impianti fotovoltaici producono che anche in questo caso sono massime in estate e minime in inverno. Si osserva in tutte e quattro le stagioni che la produzione da fotovoltaico è presente nelle ore della giornata quando c'è il sole e cresce dal mattino fino a raggiungere il picco nelle ore intorno a mezzogiorno per poi calare nuovamente verso le ore serali.

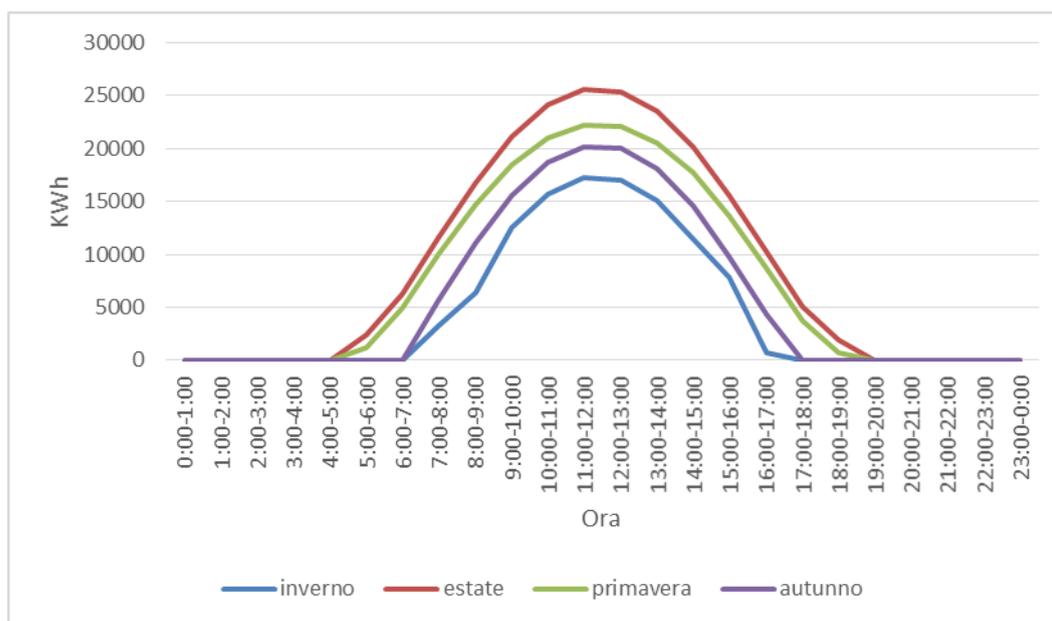


Immagine 68– Produzione oraria, fotovoltaico (Elaborazione propria)

### Produzione totale da FER

Infine sono state sommate le produzioni orarie di tutte e quattro le tipologie di impianti di produzione di energia elettrica presenti nel pinerolese per i quattro giorni tipo in modo da ottenere l'andamento orario della produzione totale da FER. Osservando il grafico sotto riportato si nota che nelle ore centrali della giornata la produzione è maggiore e ciò deriva dall'energia prodotta da fotovoltaico. La capacità produttiva oraria da FER del pinerolese varia da un minimo della stagione invernale nelle ore notturne di circa 40.000 KWh ad un massimo di circa 75.000 KWh nelle ore centrali della stagione estiva.

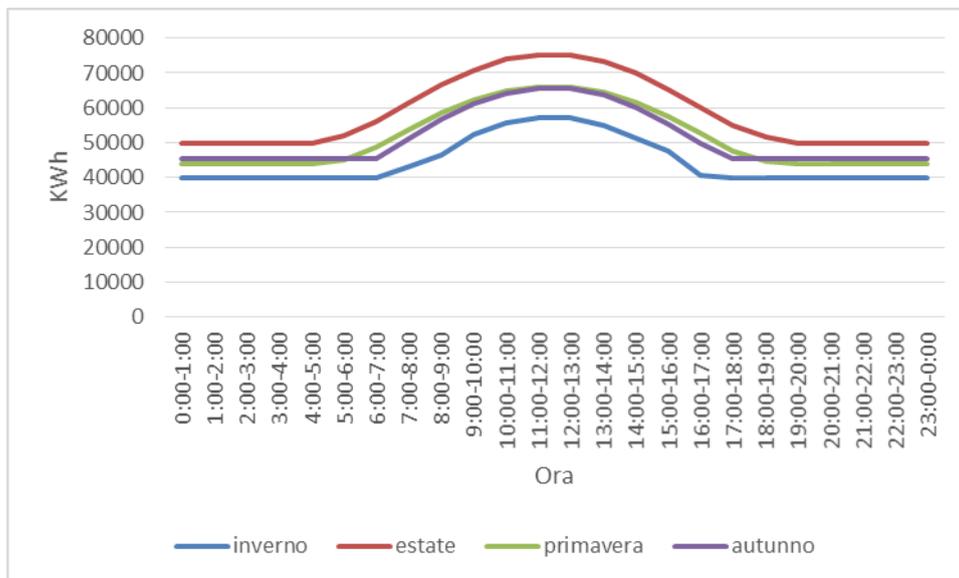


Immagine 69– Produzione oraria, totale FER (Elaborazione propria)

## 2.4.2 Termica

Ai fini di valutare degli scenari di fattibilità per la futura comunità energetica del pinerolese è indispensabile individuare ed analizzare anche l'attuale capacità di produzione di energia termica da fonte rinnovabile del territorio in analisi. Questo lavoro è stato possibile avvalendosi del portale Atlaimpianti ([https://atla.gse.it/atlaimpianti/project/Atlaimpianti\\_Internet.html](https://atla.gse.it/atlaimpianti/project/Atlaimpianti_Internet.html)).

I dati di produzione di energia termica che sono stati modellizzati si distinguono in:

- 1) produzione annuale, su base comunale, suddivisa nelle diverse fonti di produzione per le quali sono presenti impianti nel pinerolese ovvero teleriscaldamento, biomassa, pompe di calore e generatori a condensazione
- 2) produzione mensile ricavata dai dati annuali basandosi su un modello che tiene conto di una serie di variabili tra le quali la temperatura media mensile

### 1)Produzione annuale

I dati di produzione di energia elettrica su base annuale sono stati ottenuti moltiplicando al valore di potenza installata in ogni comune per le diverse fonti di produzione (fonte Atlaimpianti) il numero di ore di funzionamento degli impianti. Le ore di funzionamento annuo sono state calcolate in base a due variabili tipiche della zona climatica del territorio in analisi. Le zone climatiche sono state introdotte dal Decreto del P.d.R. n. 412 del 1993 con le successive modifiche ed integrazioni e per ognuna di queste sono state individuati i giorni in cui è consentito accendere i riscaldamenti e le ore di accensione giornaliere che sono le due variabili prima citate. Per il territorio in analisi le zone climatiche sono due: zona E per i comuni posti in pianura e pedemonte e zona F per i comuni montani. Per la zona E il periodo di accensione degli impianti è quello che va dal 15 ottobre al 15 aprile per un totale di 183 giorni mentre le ore giornaliere di accensione sono 14 dalla cui moltiplicazione si ricavano 2562 ore/anno di funzionamento; per la zona F invece non ci sono limitazioni né ai giorni né alle ore giornaliere di accensione e quindi si ipotizza un funzionamento costante degli impianti per 24 ore sui 365 giorni dell'anno ottenendo un valore pari a 8760 ore/anno.

A questo punto i dati di potenza (espressi in kW) su base comunale sono stati moltiplicati alle ore di funzionamento (h) tipiche della zona climatica di quel comune ottenendo i dati di produzione annua (kWh) di energia termica.

### Produzione globale del Pinerolese

Prima di tutto appare interessante analizzare la produzione globale del territorio in analisi (47 Comuni) suddivisi nelle quattro fonti di produzione prima citate. Nella tabella sotto riportata si possono apprezzare le produzioni, per tipologia, in valori assoluti. La produzione annua totale è pari a 60,17 GWh.

	<b>Teleriscaldamento</b>	<b>Biomassa</b>	<b>Pompe di calore</b>	<b>Generatori a condensazione</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Valore assoluto [KWh]</b>	26.885.047	28.872.860	231.994	4.180.518	60.170.418

Tabella 18– Produzioni globali 2018, valori assoluti (Elaborazione propria)

Di seguito viene riportato un grafico a torta dove sono stati inseriti i valori percentuali per apprezzare meglio il peso delle diverse tipologie sul totale della produzione. Appare evidente che sono due i settori principali nel pinerolese; il settore biomassa è quello più produttivo fornendo ben il 48 % dell'energia seguito dal teleriscaldamento (44.7 %).

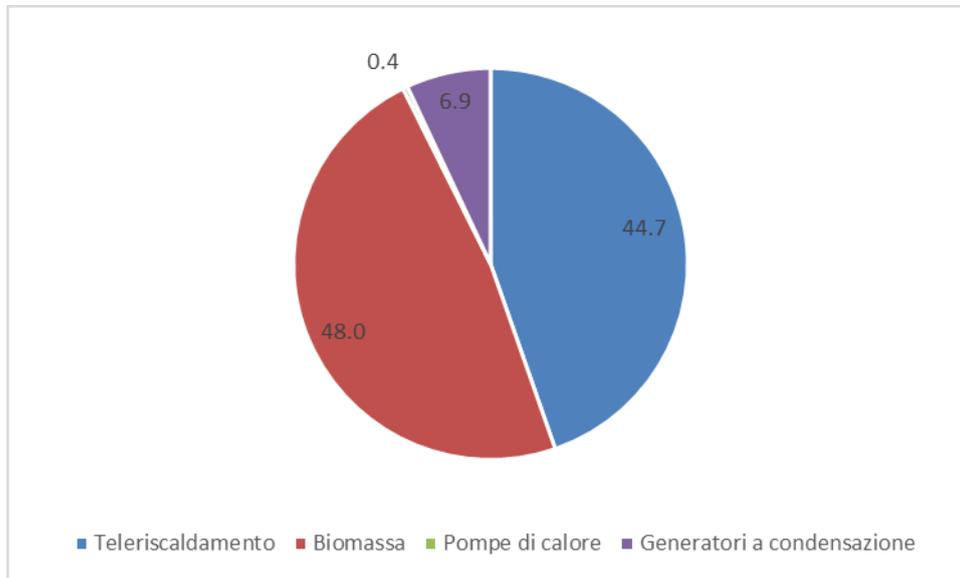


Immagine 70– Produzione globale 2018, valori percentuali (Elaborazione propria)

### Produzione per singoli comuni del Pinerolese

Di seguito viene invece analizzata la produzione totale e per fonte su base comunale; si è deciso approfondire le sole produzioni derivanti da teleriscaldamento e biomassa siccome preponderanti sulle altre.

### *Calore da biomassa*

Il grafico sotto riportato evidenzia che la produzione di calore da biomassa riguarda quasi tutti i comuni del pinerolese che la rende una fonte di produzione diffusa nel territorio analizzato raggiungendo i valori più elevati nei comuni di Pinasca, Prarostino, Villar Perosa e Luserna San Giovanni.

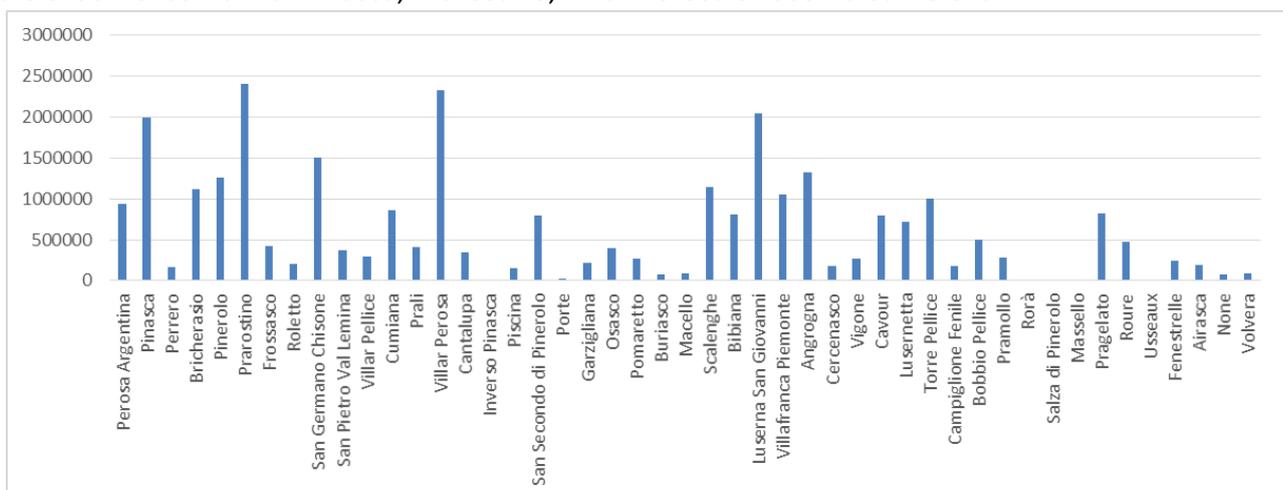


Immagine 71– Produzione da biomassa [kWh] 2018, dato comunale (Elaborazione propria)

### Calore da teleriscaldamento

Nel grafico sotto riportato viene riportata la produzione di calore con il teleriscaldamento per i soli quattro comuni del pinerolese in cui tali impianti sono presenti. Il valori più elevati si raggiungono nei comuni di Pragelato e Pinerolo con una produzione annua rispettivamente pari a 14,6 e 10,4 GWh.

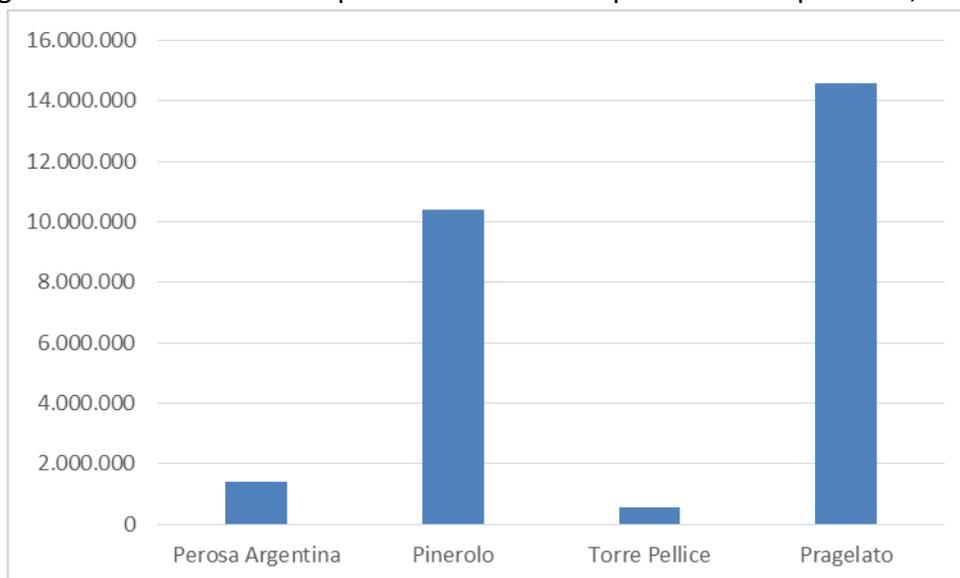


Immagine 72– Produzione da teleriscaldamento 2018 [KWh], dato comunale (Elaborazione propria)

### Produzione di calore totale da FER

Osservando il grafico sotto riportato si notano due comuni caratterizzati dalla maggiore capacità produttiva che sono Pragelato con una produzione annua di 15.41 GWh e Pinerolo (11.7 GWh), questi valori elevati sono giustificati dalla presenza nei due comuni di due impianti di teleriscaldamento di dimensioni rilevanti. Villar Perosa, Luserna San Giovanni e Villafranca Piemonte sono gli altri comuni caratterizzati da produzioni di calore di rilievo che derivano principalmente da biomassa.

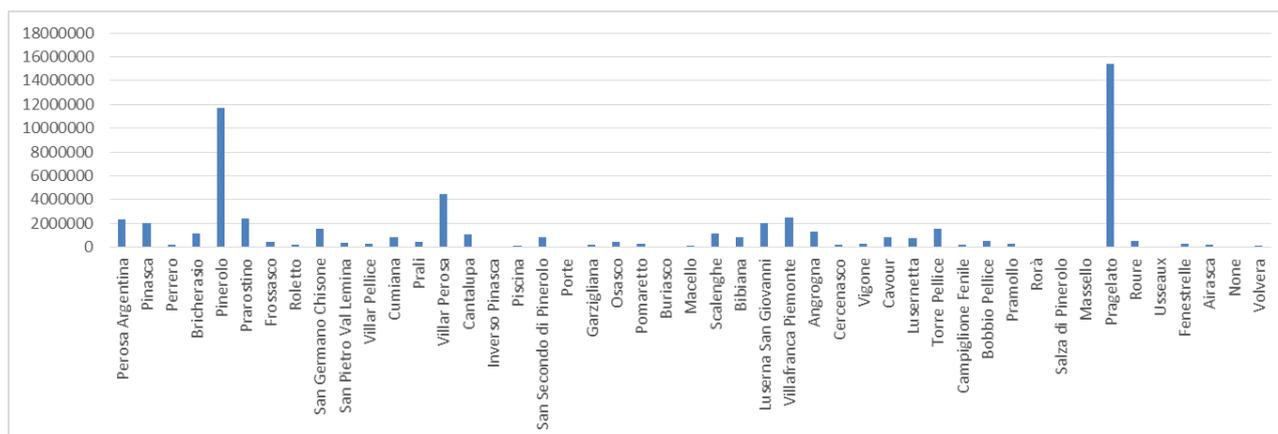


Immagine 73– Produzione da FER 2018 [KWh], dato comunale (Elaborazione propria)

## 2)Produzione mensile

Per passare dal dato annuale a quello mensile il modello utilizzato si basa sul dato annuale di produzione di energia termica su base comunale che è stato poi distribuito nei vari mesi dell'anno basandosi sul procedimento si seguito spiegato. Si è dapprima tenuto conto nuovamente della zona climatica in cui è localizzato ciascuno dei 47 comuni individuando così i mesi in cui è necessario riscaldare gli edifici; per i comuni in zona climatica E i mesi in cui si distribuiranno le produzioni di energia termica vanno da ottobre ad aprile mentre i comuni in zona F avranno una produzione che si distribuirà in tutti e dodici i mesi. Questa produzione, però, non può essere ipotizzata costante per tutti i mesi di accensione degli impianti ma occorrerà trovare una variabile che permetta di distribuirla, ad esempio, in base alla temperatura esterna. La variabile individuata è la temperatura media mensile ricavata dalle stazioni meteo di Arpa Piemonte [13] presenti nel pinerolese; in particolare si sono individuate due stazioni meteorologiche nel territorio in analisi, una nella zona climatica F presso Pragelato e l'altra nella zona climatica E in Pinerolo e da queste si sono ricavati il valore medio mensile della temperatura utilizzando i dati osservati negli ultimi 20 anni. E' stata poi calcolata, mese per mese, la differenza di temperatura ( $\Delta T$ ) tra il valore di riferimento di 20 °C per il riscaldamento degli edifici e la temperatura media della stazione meteo ovvero:

$$\Delta T = 20^{\circ}\text{C} - t \text{ media stazione meteo}$$

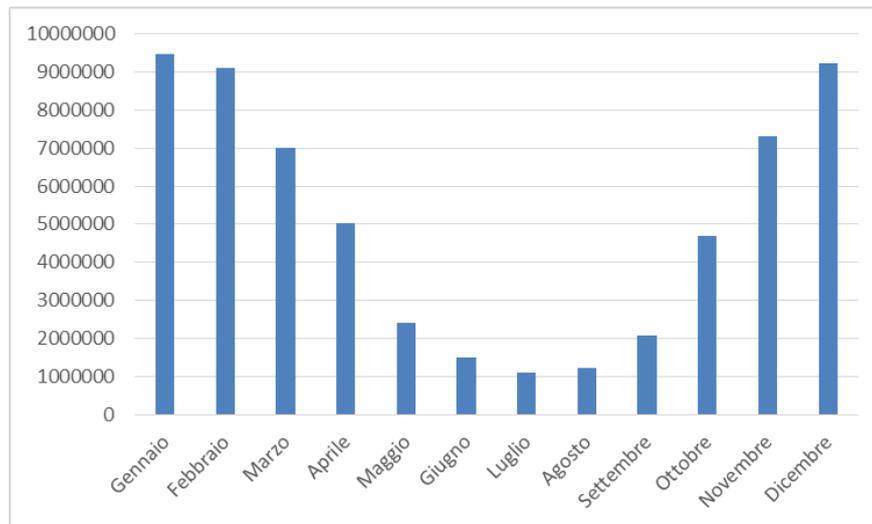
Questa differenza è stata poi trasformata in un valore percentuale per i vari mesi attraverso il quale si è distribuita la produzione di calore annuale di ogni comune.

Nella tabella sotto si riportano i risultati di questo ragionamento; si nota che per la stazione meteo di Pinerolo non si è calcolata la differenza di temperatura per i mesi compresi tra maggio e settembre siccome i riscaldamenti in questa zona climatica sono fermi.

		Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Stazione meteo PINEROLO	t media °C (1998-2018)	2.9	4.3	9.1	13.6	17.5	22.0	24.3	23.2	19.3	13.8	7.9	3.4
	$\Delta t$	17.1	15.7	10.9	6.4						6.2	12.1	16.6
	%	20.1	18.4	12.8	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	14.2	19.6
Stazione meteo PRAGELATO	t media °C (1998-2018)	-2.3	-2.5	1.2	4.5	8.5	12.9	14.8	14.2	10.1	5.9	1.3	-1.7
	$\Delta t$	22.3	22.5	18.8	15.5	11.5	7.1	5.2	5.8	9.9	14.1	18.7	21.7
	%	12.9	13.0	10.9	8.9	6.7	4.1	3.0	3.4	5.7	8.1	10.8	12.5

Tabella 19– Risultati modello di produzione termica mensile (elaborazione propria)

Si è, così, ottenuto l'andamento mensile della produzione di energia termica dei 47 comuni che viene riportato nel grafico seguente. A differenza della produzione mensile di energia elettrica quando le diverse fonti di produzione avevano andamenti diversi (ad esempio biomassa costante vs fotovoltaico variabile) in questo caso tutte le fonti che producono calore hanno lo stesso andamento che dipende essenzialmente dalla temperatura esterna. Si nota quindi una forte diminuzione della produzione nei mesi più caldi dell'anno mentre sono i mesi di gennaio, febbraio e dicembre quelli caratterizzati dalle produzioni più elevate con una produzione di calore rispettivamente pari a 9,5 , 9,1 e 9,2 GWh.



*Immagine 74 – Produzione mensile di energia termica [KWh] (elaborazione propria)*

## 2.5 L'energia elettrica producibile da fonti rinnovabili nel Pinerolese

Dopo aver analizzato i consumi e le produzioni attuali di energia nel territorio della futura comunità energetica un'analisi che appare indispensabile riguarda l'energia che si potrebbe produrre in questo territorio. La futura comunità energetica, infatti, avrà come obiettivo primario quello di implementare la quota di energia prodotta localmente e quindi agirà promuovendo e/o coordinando iniziative volte alla realizzazione di nuovi impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili. Questa analisi ha quindi l'obiettivo di individuare quali sono le fonti energetiche che in questo momento il territorio considerato non sfrutta pienamente o addirittura non sfrutta affatto e sulle quali bisognerà puntare. In particolare si è studiata l'energia producibile dalle seguenti FER:

- l'energia producibile da biomassa forestale;
- l'energia producibile da biomassa agricola;
- l'energia producibile dal vento;
- l'energia producibile dal sole;
- l'energia producibile dai rifiuti organici.

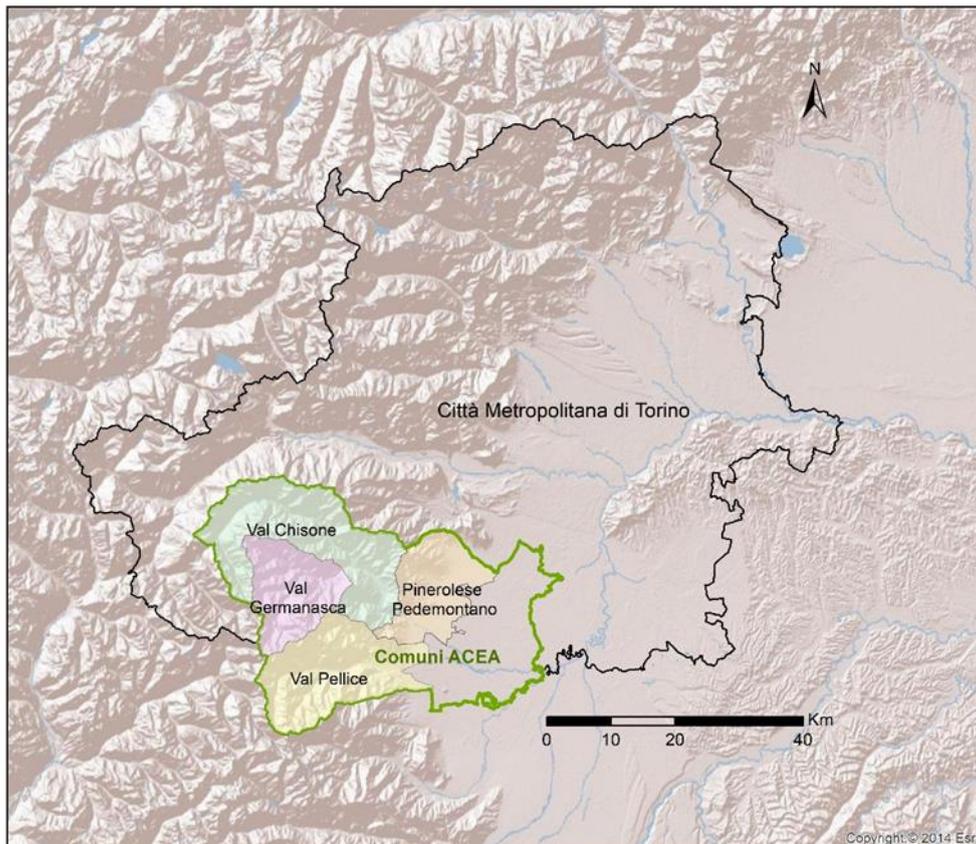
Lo studio dell'energia potenzialmente producibile dalle fonti elencate si è basato su elaborazioni effettuate in ambiente GIS a parte l'individuazione dell'energia producibile dai rifiuti organici per la quale ci si è basati su dati reali di produzione essendoci nel pinerolese un impianto che già produce energia da rifiuti organici.

Alla fine del capitolo sarà riepilogata l'energia producibile dalle varie FER su base annuale e mensile e questa sarà oggetto di confronto con l'energia attualmente prodotta nel pinerolese per capire quelle fonti sulle quali la comunità energetica dovrà puntare prioritariamente dato l'elevato potenziale.

### 2.5.1 Energia producibile da biomassa forestale

L'obiettivo consiste nel calcolare l'energia producibile da biomassa forestale in tre aree della futura comunità energetica del pinerolese dove sono presenti ampie superfici boscate oggi non adeguatamente sfruttate e sovente in stato di abbandono: Pinerolese Pedemontano, Val Chisone e Val Germanasca e Val Pellice.

La zona Pinerolese Pedemontano ha un'area di 18764,28 Ha, la Val Chisone pari a 36756.77 Ha, la Val Germanasca ha un'area di 18994.15 Ha, infine, la Val Pellice si estende in una superficie pari a 29289.9 Ha.



Carta 21 - Inquadramento delle aree oggetto di indagine. (Elaborazione propria)

I dati utilizzati per lo svolgimento del lavoro sono stati reperiti dal SIFOR, Sistema informativo Forestale Regionale del Piemonte, settore "Montagna e Foreste"[16]. Il SIFOR organizza e coordina le banche dati relative al patrimonio forestale piemontese e tramite esso è possibile reperire la carta forestale e degli usi del suolo derivata dalle indagini svolte tra il 1996 e il 2004 per la redazione del Piano Forestale Territoriale. Nell'ottica di calcolare l'energia elettrica producibile da biomassa forestale nelle aree oggetto di indagine sono state individuate le aree forestali presenti sul territorio grazie alla carta "Carta forestale Regionale".

Lo studio è stato svolto in due passaggi fondamentali, utili a comprendere meglio il lavoro, compiuti per le quattro aree oggetto di indagine. Tali passaggi sono:

- Calcolo dell'area delle superfici boscate accessibili
- Calcolo dell'energia elettrica producibile da biomassa forestale

### Calcolo dell'area delle superfici boscate accessibili

In prima istanza sono stati caricati sul software GIS gli shapefile della carta forestale regionale prodotta dal SIFOR dove, oltre ad essere inserite le aree forestali sopra indicate, sono presenti anche le categorie forestali del Piemonte, ovvero le diverse categorie forestali tipiche della regione e dove sono localizzate.

Nello specifico il SIFOR individua per il territorio piemontese le seguenti categorie forestali:

- a. AB - Abetine
- b. AF – Acero – Tiglio – Frassineti
- c. AN – Alneti planiziali e montani
- d. AS – Arbusteti planiziali collinari e montani
- e. OV – Arbusteti subalpini
- f. BS – Boscaglie pioniere e d'invasione
- g. CA – Castagneti
- h. CE – Cerrete
- i. FA – Faggeti
- j. LC – Lariceti e Cembrete
- k. OS – Orno – ostiero
- l. PE – Peccete
- m. PM – Pinete di pino marittimo
- n. PN – Pinete di pino montano
- o. PS – Pinete di pino silvestre
- p. QV – Querceti di rovere
- q. QR – Querceti di rovella
- r. QC – Querco – carpineti
- s. RI – Rimboschimenti
- t. RB – Robinieti
- u. SP – Saliceti e pioppeti ripari

Per lo svolgimento del lavoro sono state estratte solamente le categorie forestali nelle tre aree di indagine e di seguito è stata riportata una tabella contenente la percentuale di ogni categoria forestale sul totale della superficie forestale presente nelle quattro aree di analisi.

Di seguito vengono riportate le tabelle contenenti la percentuale di ogni categoria forestale sul totale della superficie forestale delle quattro zone.

<b>PINEROLESE PEDEMONTANO</b>		
<b>CATEGORIA</b>	<b>ETTARI</b>	<b>%SU TOTALE</b>
Acero-tiglio-frassineti	510.33	6.7
Boscaglie pioniere e d'invasione	19.64	0.3
Castagneti	4628.47	60.3
Faggete	1193.22	15.5
Lariceti e cembrete	0.004	0.0
Pinete di pino silvestre	99.46	1.3
Querceti di rovere	348.31	4.5
Querceti di roverella	11.28	0.1
Querco-carpineti	178.56	2.3
Rimboschimenti	100.61	1.3
Robineti	484.40	6.3
Saliceti e pioppeti ripari	99.49	1.3
TOTALE	7673.76	

Tabella 20– % di ogni categoria forestale sul totale della superficie forestale nel Pinerolese Pedemontano. (Elaborazione propria)

<b>VAL CHISONE</b>		
<b>CATEGORIA</b>	<b>ETTARI</b>	<b>%SU TOTALE</b>
Abetine	198.24	1.0
Acero-tiglio-frassineti	1361.96	6.6
Alneti planiziali collinari e montani	12.13	0.1
Arbusteti planiziali collinari e montani	17.88	0.1
Arbusteti subalpini	183.79	0.9
Boscaglie pioniere e d'invasione	1062.15	5.2
Castagneti	2867.81	14.0
Faggete	4400.76	21.4
Lariceti e cembrete	7596.54	37.0
Pinete di Pino Montano	161.83	0.8
Pinete di pino silvestre	1857.57	9.0
Querceti di rovere	566.80	2.8
Rimboschimenti	180.82	0.9
Robineti	53.79	0.3
Saliceti e pioppeti ripari	21.94	0.1
TOTALE	20544.03	

Tabella 21– % di ogni categoria forestale sul totale della superficie forestale in Val Chisone. (Elaborazione propria)

<b>VAL GERMANASCA</b>		
<b>CATEGORIA</b>	<b>ETTARI</b>	<b>%SU TOTALE</b>
Abetine	362.42	3.7
Acero-tiglio-frassineti	446	4.5
Alneti planiziali collinari e montani	11.72	0.1
Arbusteti subalpini	461.46	4.7
Boscaglie pioniere e d"invasione	585.88	5.9
Castagneti	1151.77	11.7
Faggete	921.98	9.3
Lariceti e cembrete	5285.34	53.5
Pinete di pino silvestre	457.11	4.6
Querceti di rovere	186.85	1.9
Rimboschimenti	3.44	0.0
Saliceti e pioppeti ripari	3.13	0.0
TOTALE	9877.1	

Tabella 22– % di ogni categoria forestale sul totale della superficie forestale in Val Germanasca. (Elaborazione propria)

<b>VAL PELLICE</b>		
<b>CATEGORIA</b>	<b>ETTARI</b>	<b>%SU TOTALE</b>
Abetine	147.07	1.0
Acero-tiglio-frassineti	1517.22	10.1
Alneti planiziali collinari e montani	29.32	0.2
Arbusteti subalpini	946.65	6.3
Boscaglie pioniere e d"invasione	883.07	5.9
Castagneti	4209.32	27.9
Faggete	2540.8	16.9
Lariceti e cembrete	3447.46	22.9
Pinete di pino montano	76.53	0.5
Querceti di rovere	202.85	1.3
Querceti di roverella	2.58	0.0
Querco-carpineti	80.92	0.5
Rimboschimenti	672.8	4.5
Robinieti	246.76	1.6
Saliceti e pioppeti ripari	66.73	0.4
TOTALE	15070.08	

Tabella 23– % di ogni categoria forestale sul totale della superficie forestale in Val Pellice. (Elaborazione Propria)

Nell'ottica di individuare le sole superfici forestali accessibili, dalle quali è quindi possibile ricavare biomassa, è stata caricata in GIS la viabilità e le strade forestali in progetto nelle aree oggetto di indagine. La presenza delle strade non è però una condizione sufficiente per sfruttare i boschi vicini alle stesse, ma bisogna tenere anche in considerazione la pendenza del territorio siccome più questo è pendente e meno ci si potrà allontanare dalla strada per l'abbattimento degli alberi.

Per poter individuare le varie pendenze dei territori analizzati è quindi stato caricato in GIS il DTM (Digital Terrain Model) con passo a 10 m, aggiornato al 2010, scaricato dal Geoportale della Regione Piemonte. Una volta fatto ciò si è reso necessario classificare tutta la superficie in analisi non solo in tre classi di pendenza sulla base di quanto indicato nella pubblicazione i "I boschi del Piemonte"[17] ma individuando una quarta classe per le pendenze oltre il 75% che sono aree dove data l'elevata pendenza l'operazione di approvvigionamento della legna risulta estremamente complicato.

Le quattro classi sono:

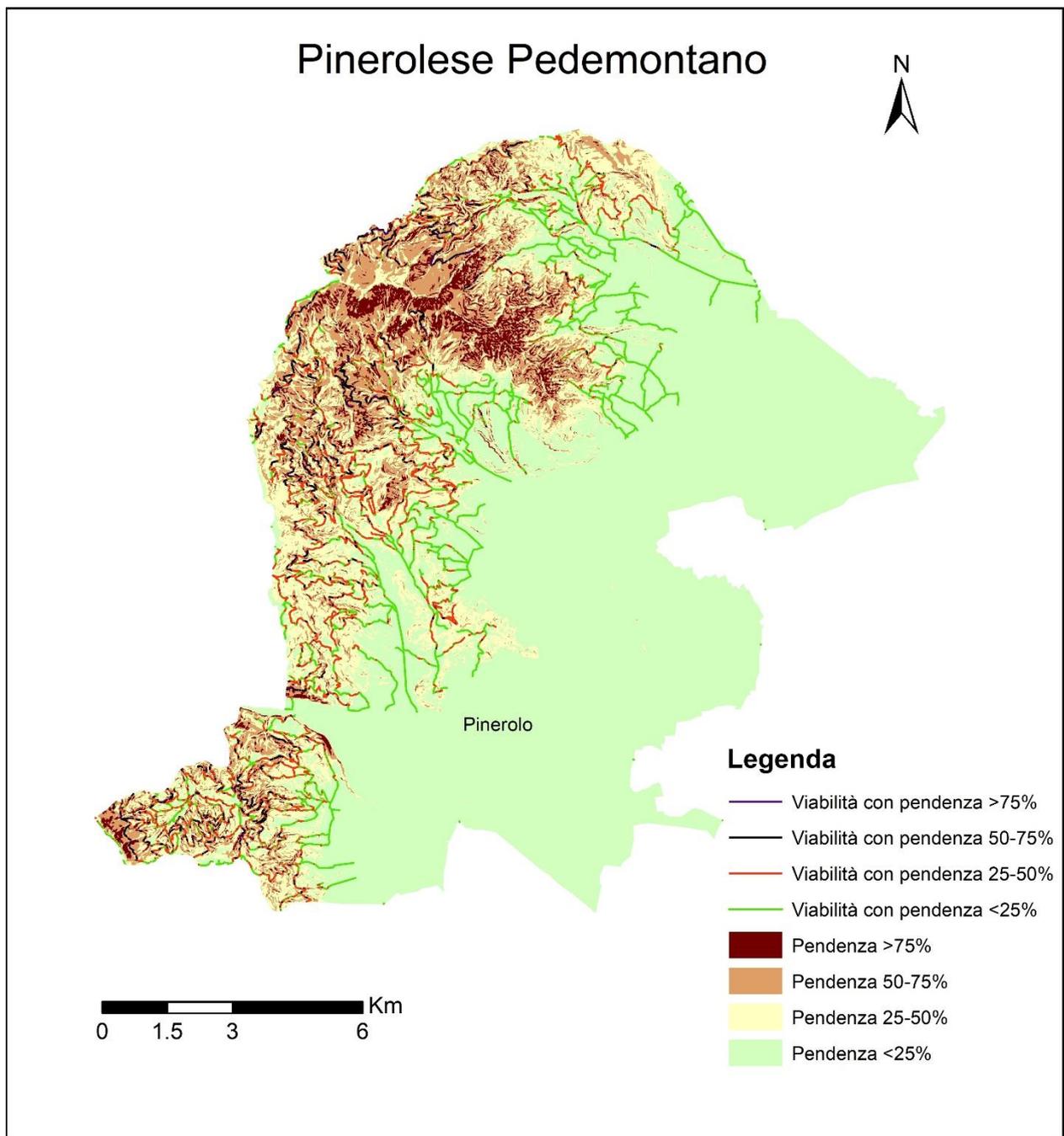
- pendenza 0 – 25 %
- pendenza 26 – 50 %
- pendenza 50-75 %
- pendenza >75%

Per effettuare tale classificazione è stato necessario utilizzare il comando di GIS intitolato "Raster Calculator". Una volta compiuta tal operazione si sono suddivise anche le strade in quattro categorie a seconda di quale classe di pendenza esse attraversano; le tre categorie individuate sono quindi:

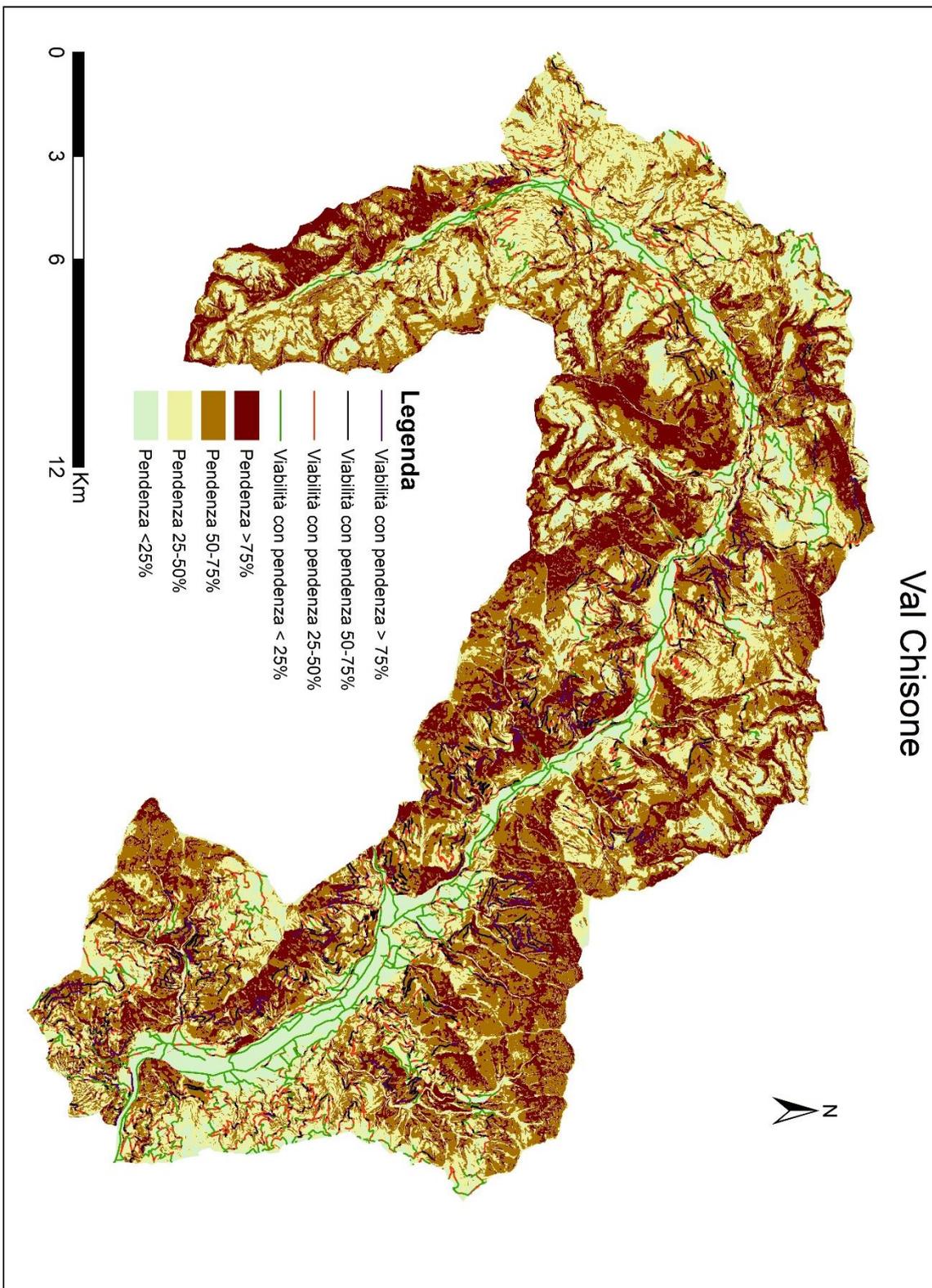
- v. viabilità con pendenza 0 – 25 %
- w. viabilità con pendenza 26 – 50 %
- x. viabilità con pendenza 50-75%
- y. viabilità con pendenza >75%

Questa operazione è stata svolta intersecando, (comando intersect sul GIS) le strade con le quattro classi di pendenza individuate.

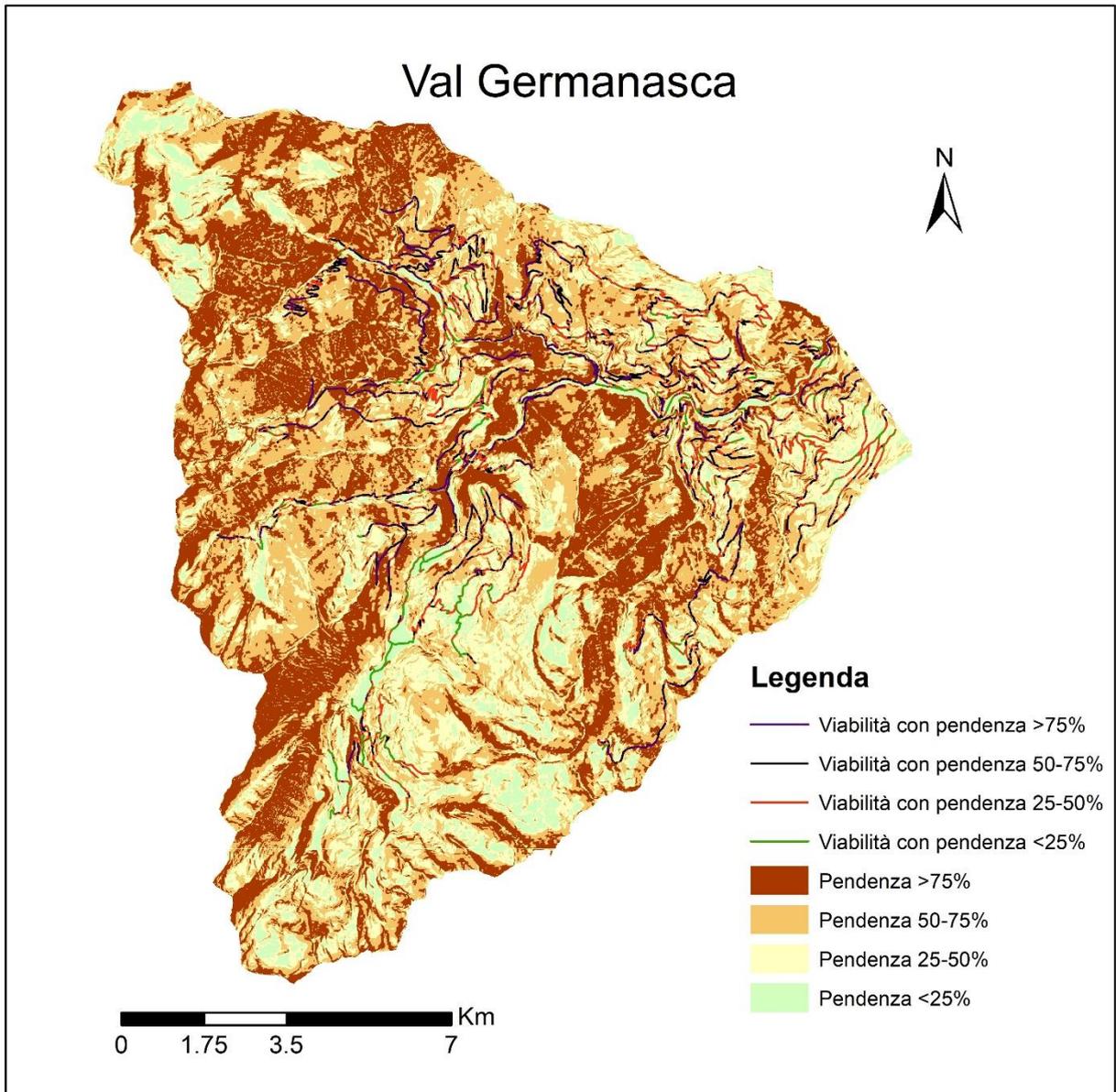
Le quattro classi di pendenza, insieme alle quattro categorie di strade che da esse derivano, sono state riportate nelle carte riportate nelle pagine successive.



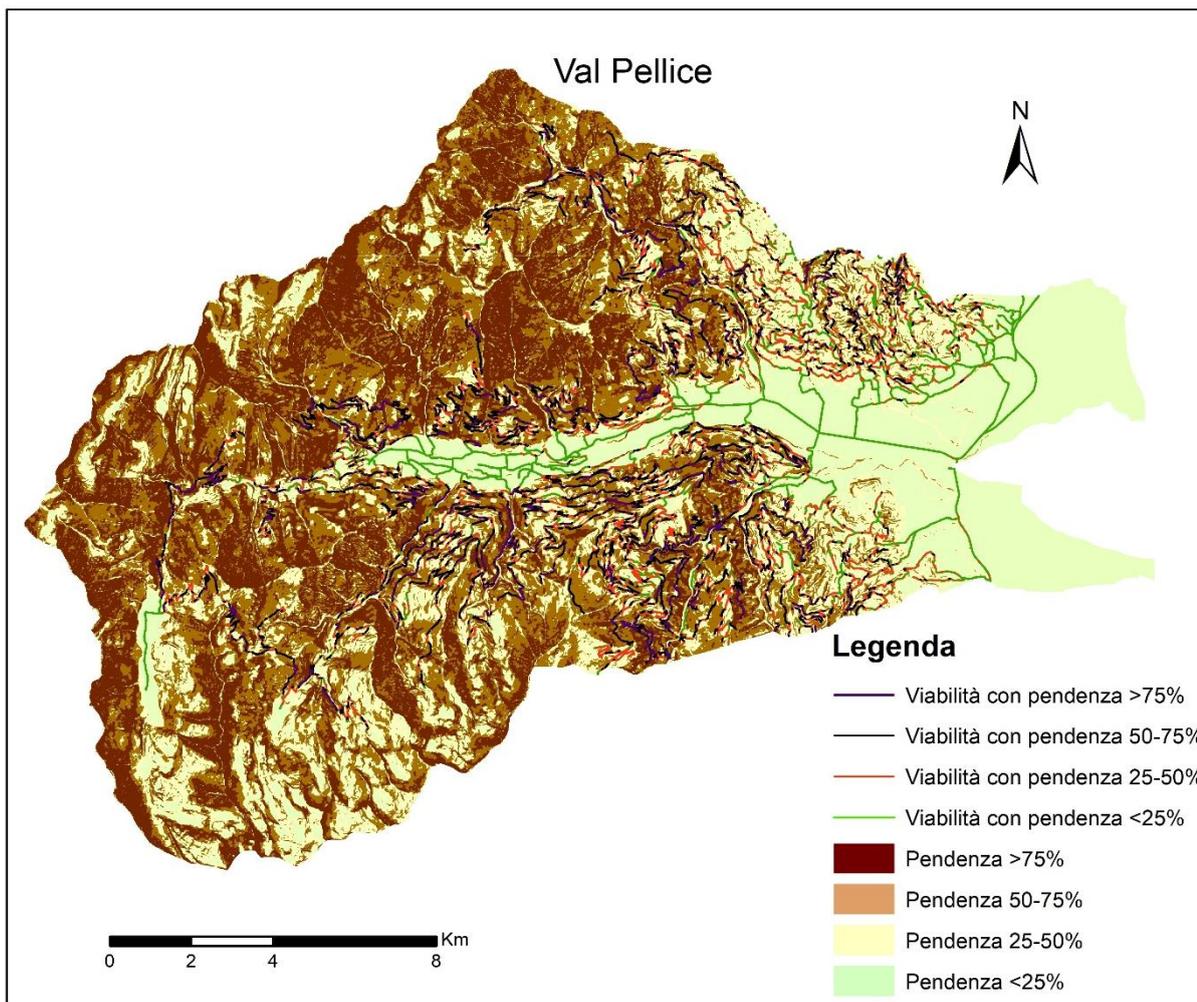
Carta 22– Classi di pendenza e categorie stradali nel Pinerolese Pedemontano. (Elaborazione propria)



Carta 23– Classi di pendenza e categorie stradali in Val Chisone (Elaborazione propria)



*Carta 24– Classi di pendenza e categorie stradali in Val Germanasca (Elaborazione propria)*



Carta 25– Classi di pendenza e categorie stradali in Val Pellice (Elaborazione propria)

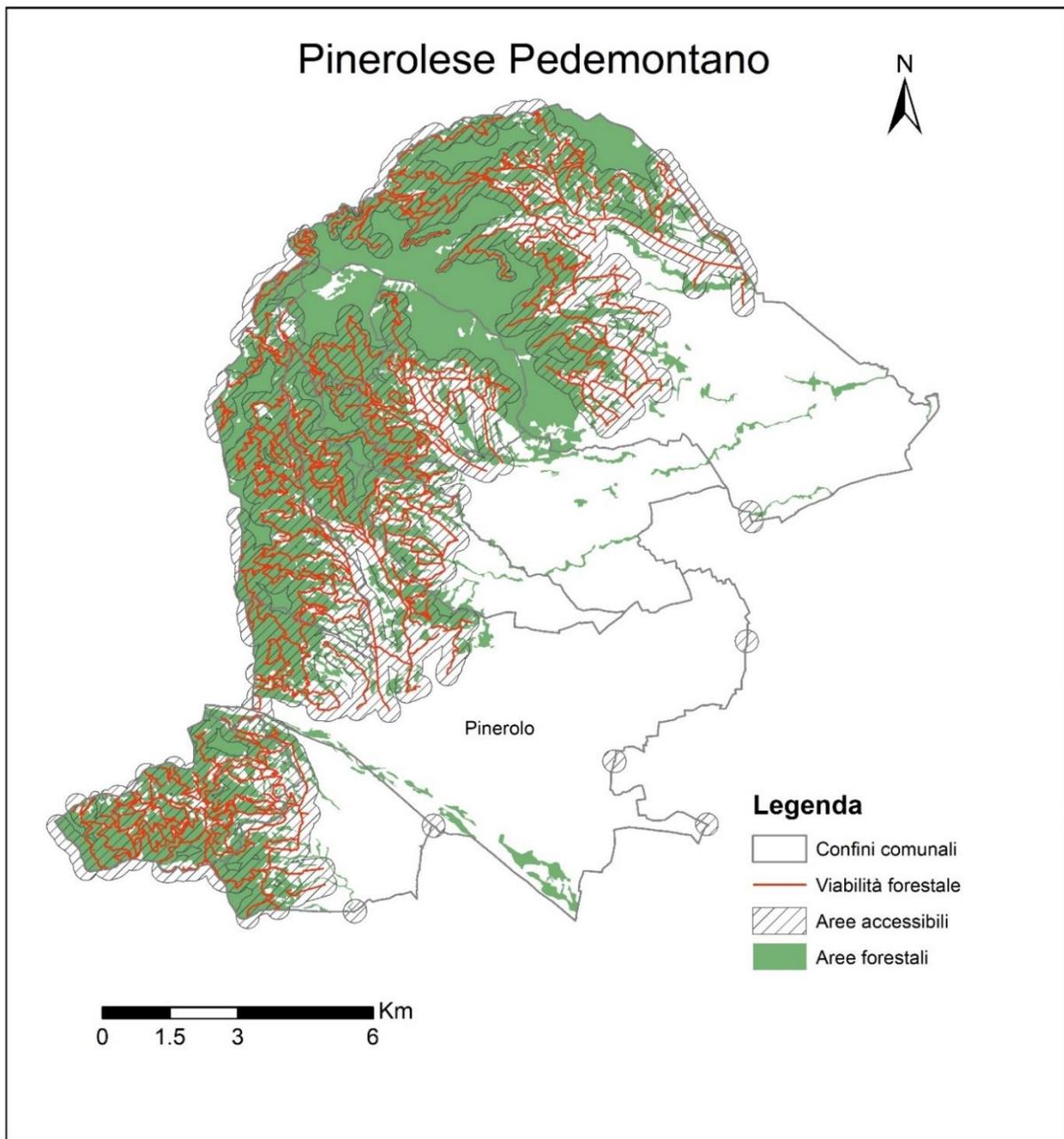
Dal binomio tra la presenza delle strade e le pendenze dei diversi suoli è possibile andare ad individuare quali boschi presenti all'interno delle aree oggetto di indagine sono realmente accessibili. La pubblicazione "I boschi del Piemonte" fornisce delle indicazioni su quanto è possibile allontanarsi da ogni strada, in base alla sua pendenza, per poter andare ad abbattere alberi e utilizzarli per la produzione di energia da biomasse legnose. Tali indicazioni sono riportate in tabella 24.

Pendenza (%)	Ampiezza delle fasce servite della viabilità (m)
0 - 25	250
26 - 50	100
>50	50

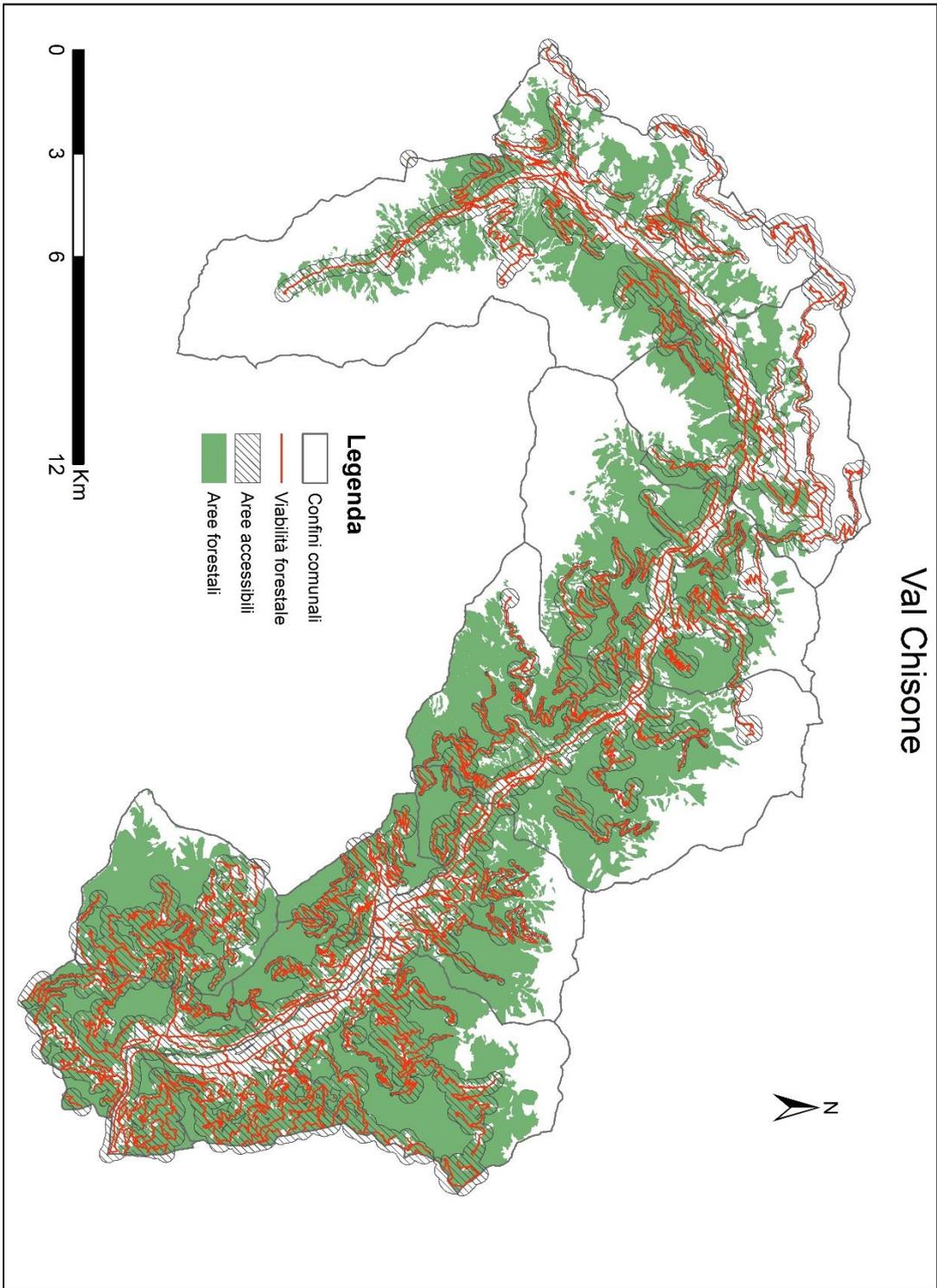
Tabella 24– Ampiezza delle fasce servite dalla viabilità (Fonte: "I boschi del Piemonte")

Osservando la tabella si può comprendere come più le strade hanno una elevata pendenza e minore sarà ampia la fascia di territorio, ai lati delle strade stesse, entro cui si potranno andare ad abbattere gli alberi. Questo perché le aree a maggiore pendenza sono più difficilmente accessibili.

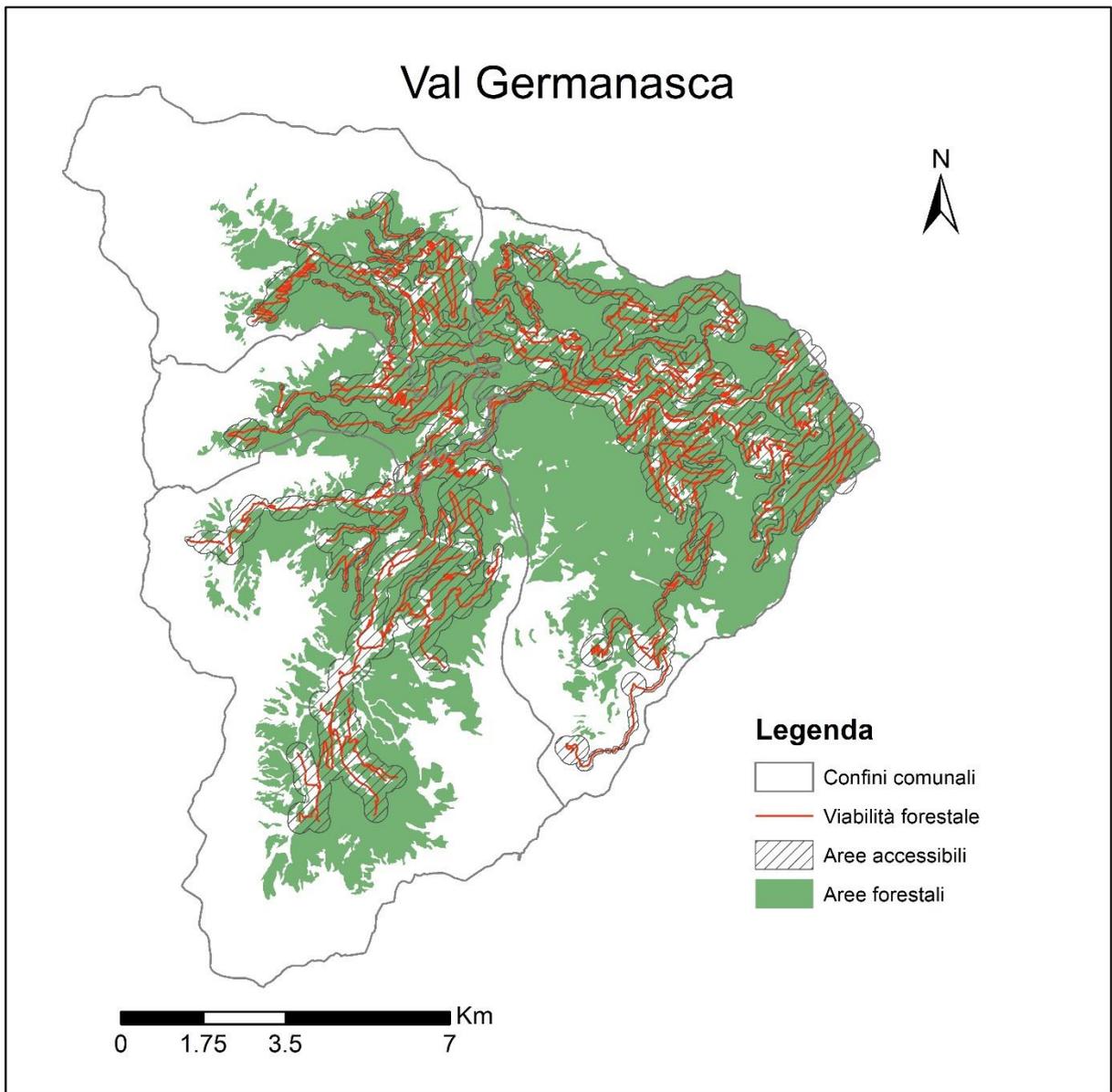
Sulla base di queste informazioni si è andati a realizzare dei buffer in GIS, attorno alle tre categorie di strade, con una ampiezza pari a quella riportata in tabella 24. La quarta categoria di strade, quelle che attraversano aree con una pendenza superiore al 75% non sono state caratterizzate da alcun buffer in quanto aree dove l'approvvigionamento del legname è troppo difficoltoso. Una volta individuati i buffer si è andati, tramite il comando Dissolve, a realizzare uno shapefile areale che permettesse di individuare tutte le aree dei due comuni effettivamente accessibili; tali aree sono riportate nelle Carte 26, 27, 28 e 29. In seguito le aree accessibili sono state intersecate con quelle forestali in modo tale da ottenere solamente le aree forestali accessibili e che quindi potrebbero essere potenzialmente sfruttate per la produzione di energia da biomasse legnose. Quanto ottenuto è quindi stato riportato nelle Carte 30, 31, 32 e 33 ove sono nuovamente state individuate le categorie forestali in modo tale da ricalcolare le percentuali delle stesse, ma in questo caso sulla totalità della superficie forestale accessibile.



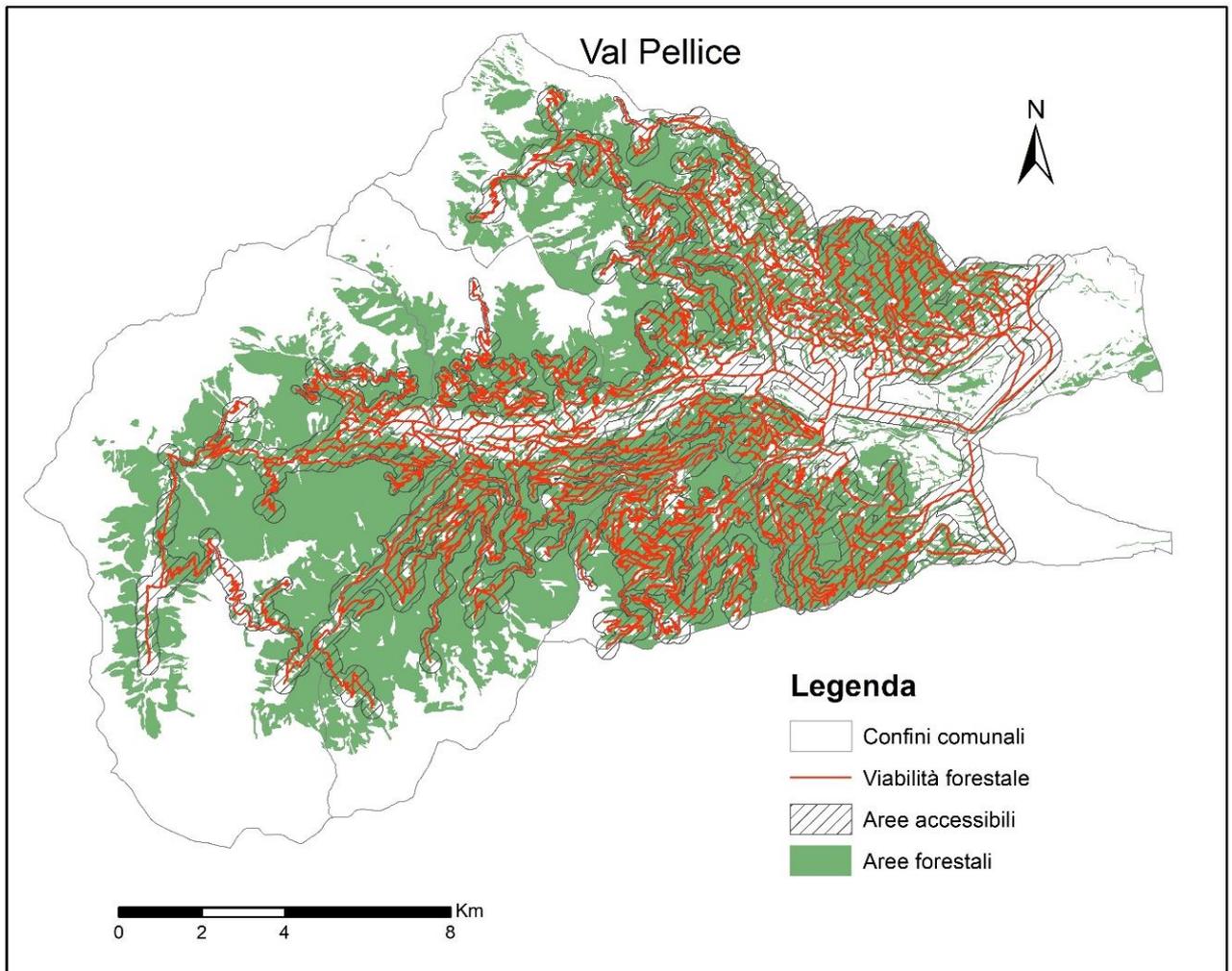
Carta 26– Aree accessibili del Pinerolese Pedemontano (Elaborazione propria)



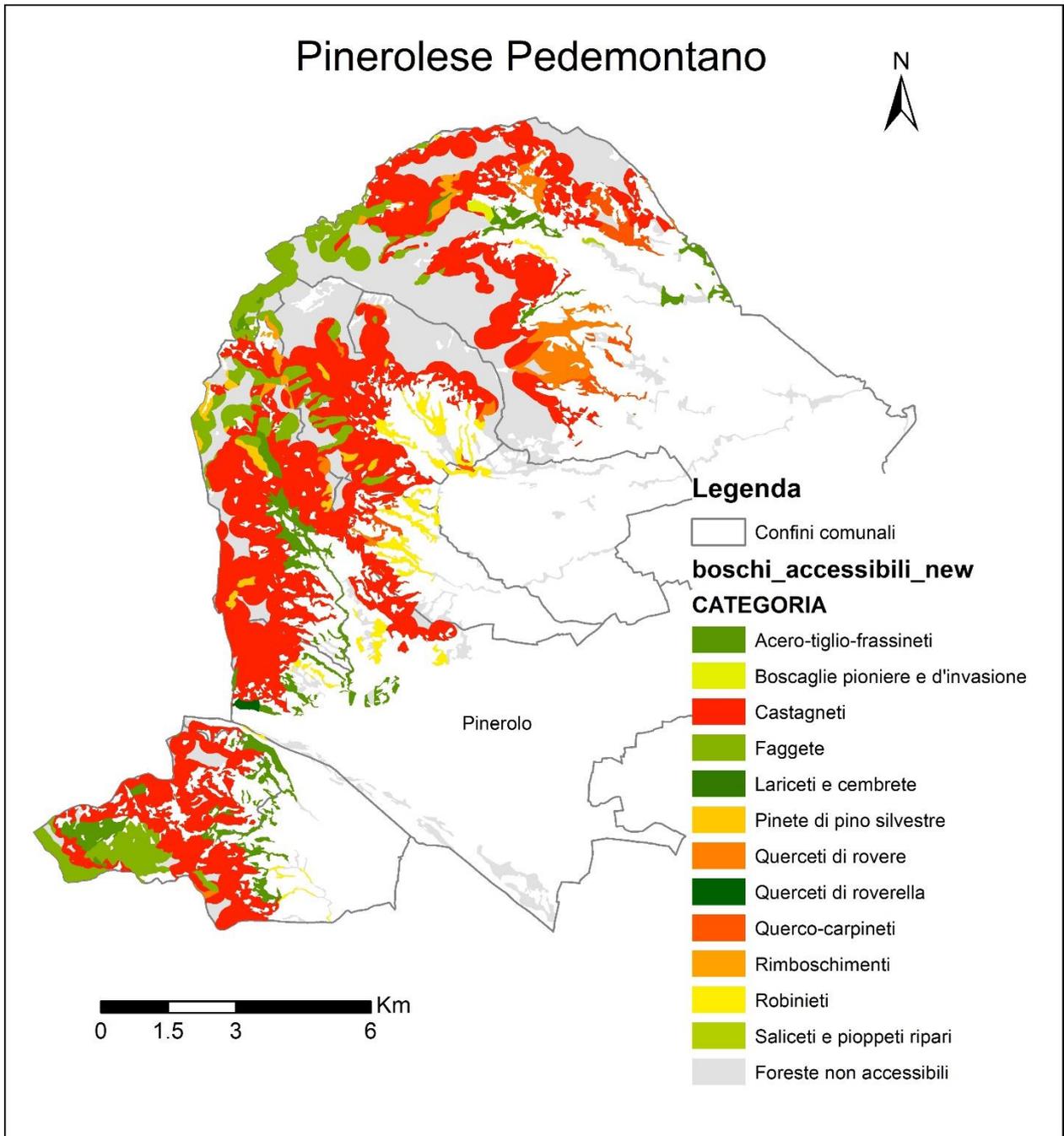
Carta 27– Aree accessibili della Val Chisone (Elaborazione propria)



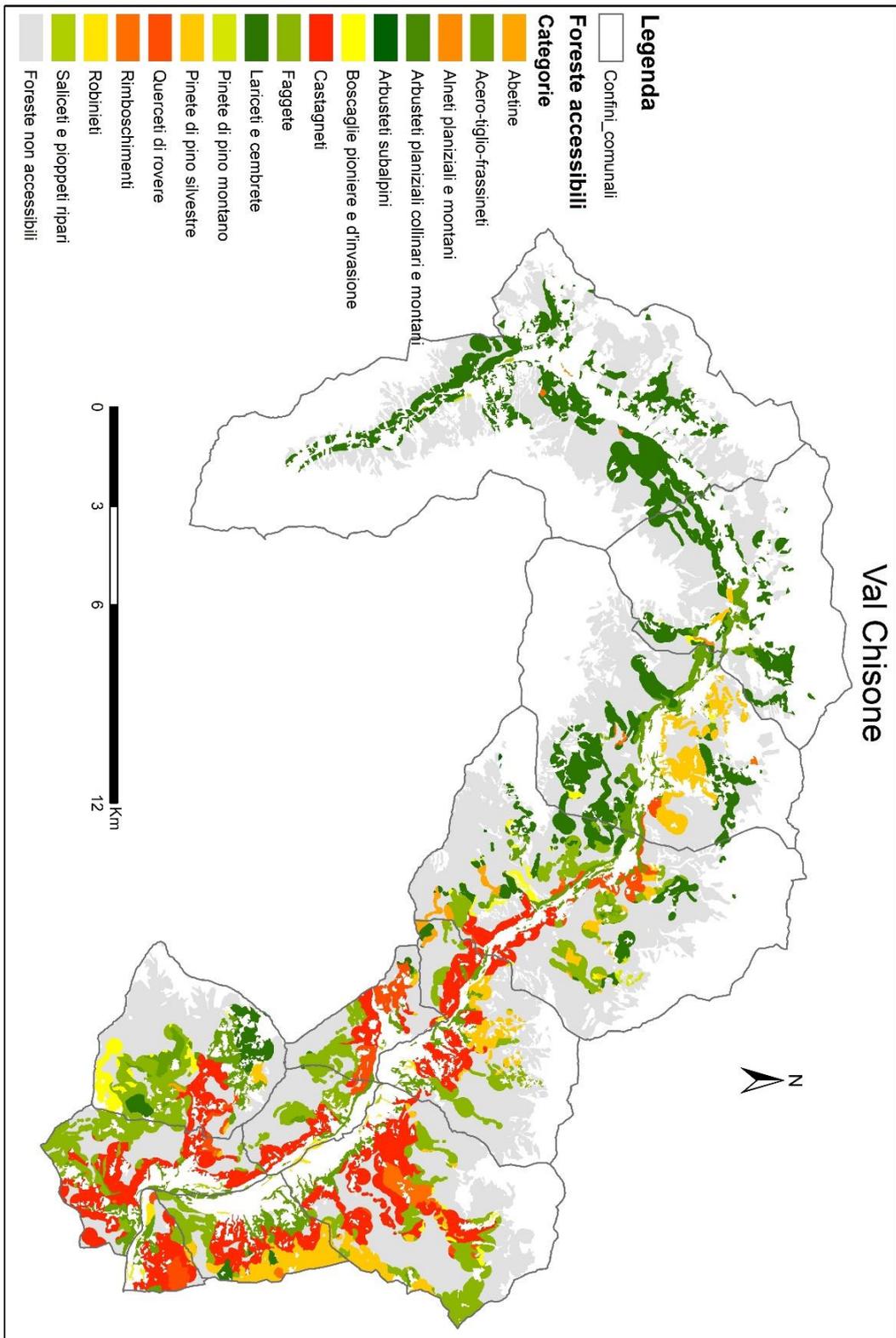
Carta 28 – Aree accessibili in Val Germanasca (Elaborazione propria)



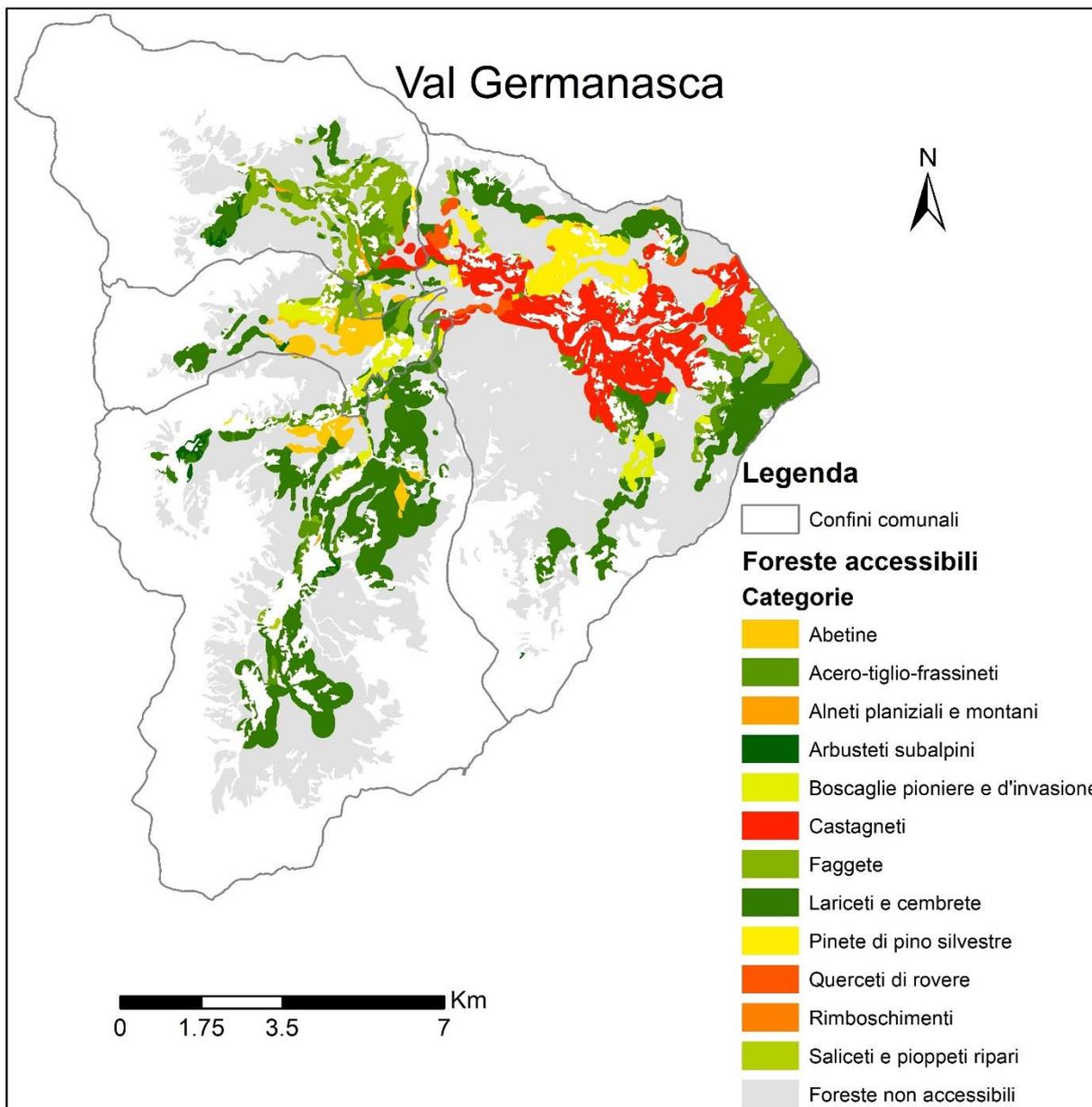
Carta 29– Aree accessibili Val Pellice (Elaborazione propria)



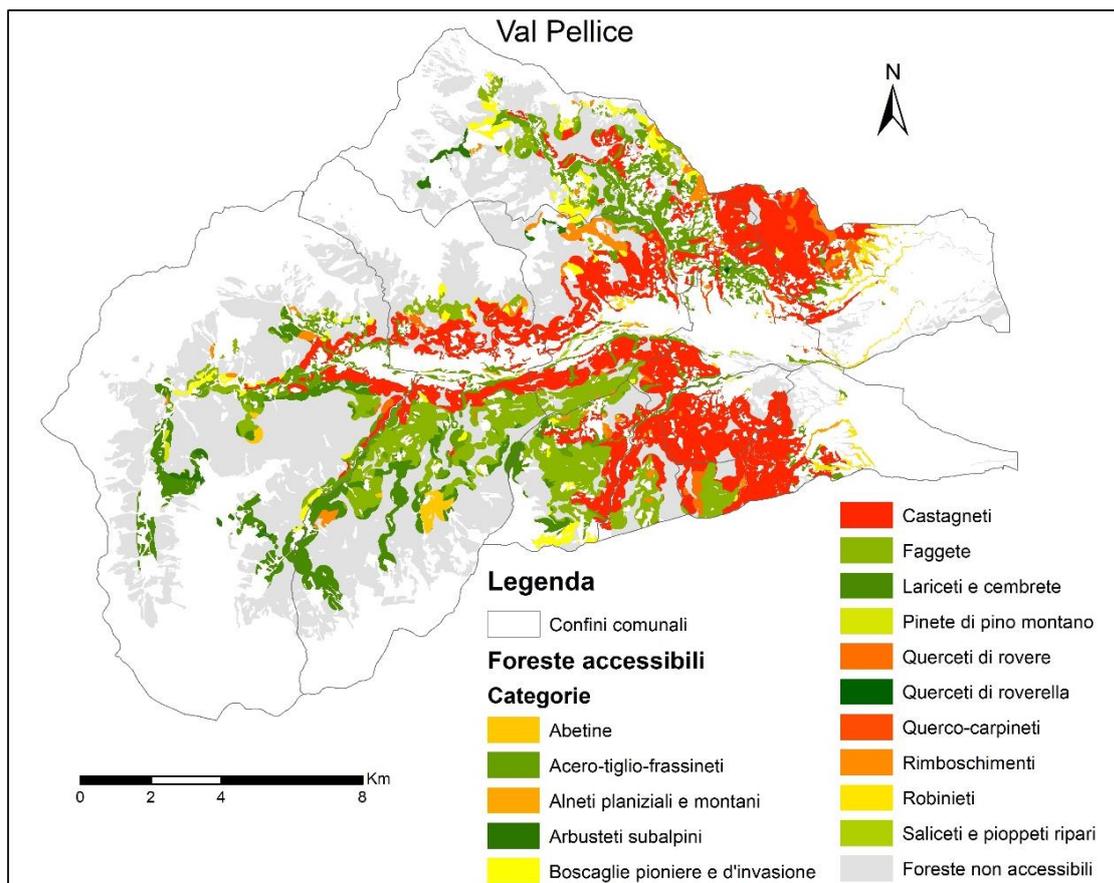
Carta 30– Foreste accessibili nel Pinerolese Pedemontano (Elaborazione propria)



Carta 31– Foreste accessibili in Val Chisone (Elaborazione propria)



*Carta 32– Foreste accessibili in Val Germanasca (Elaborazione propria)*



*Carta 33– Foreste accessibili in Val Pellice (Elaborazione propria)*

Di seguito vengono riportate per le quattro aree di analisi delle tabelle dove a fianco della superficie di ogni categoria forestale presente nell'area (già indicata nelle tabelle 1,2, 3 e 4) è stata inserita la sola superficie accessibile e la percentuale di superficie accessibile di ogni categoria sul totale della superficie forestale.

<b>PINEROLESE PEDEMONTANO</b>			
<b>CATEGORIA</b>	<b>ETTARI TOTALI</b>	<b>ETTARI ACCESSIBILI</b>	<b>% ETTARI ACCESSIBILI SUL TOTALE</b>
Acero-tiglio-frassineti	510.33	464.09	90.9
Boscaglie pioniere e d'invasione	19.64	15.50	78.9
Castagneti	4628.47	3496.27	75.5
Faggete	1193.22	673.74	56.5
Lariceti e cembrete	0.004	0.003	75.0
Pinete di pino silvestre	99.46	75.80	76.2
Querceti di rovere	348.31	228.18	65.5
Querceti di roverella	11.28	11.19	99.2
Querceto-carpineti	178.56	122.12	68.4
Rimboschimenti	100.61	64.52	64.1
Robinieti	484.40	214.15	44.2
Saliceti e pioppeti ripari	99.49	4.21	4.2
<b>TOTALE</b>	<b>7673.76</b>	<b>5369.74</b>	<b>70.0</b>

Tabella 25 – % foreste accessibili sul totale della superficie forestale nel Pinerolese Pedemontano  
(Elaborazione propria)

<b>VAL CHISONE</b>			
<b>CATEGORIA</b>	<b>ETTARI TOTALI</b>	<b>ETTARI ACCESSIBILI</b>	<b>% ETTARI ACCESSIBILI SUL TOTALE</b>
Abetine	198.24	76.13	38.4
Acero-tiglio-frassineti	1361.96	1096.11	80.5
Alneti planiziali collinari e montani	12.13	8.16	67.3
Arbusteti planiziali collinari e montani	17.88	8.02	44.9
Arbusteti subalpini	183.79	3.53	1.9
Boscaglie pioniere e d'invasione	1062.15	222.11	20.9
Castagneti	2867.82	2113.58	73.7
Faggete	4400.76	1965.03	44.7
Lariceti e cembrete	7596.54	2630.11	34.6
Pinete di Pino Montano	161.83	19.62	12.1
Pinete di pino silvestre	1857.57	943.62	50.8
Querceti di rovere	566.8	361.43	63.8
Rimboschimenti	180.82	123.85	68.5
Robinieti	53.79	48.81	90.7
Saliceti e pioppeti ripari	21.94	21.81	99.4
<b>TOTALE</b>	<b>20544.03</b>	<b>9641.91</b>	<b>46.9</b>

Tabella 26 – % foreste accessibili sul totale della superficie forestale in Val Chisone  
(Elaborazione propria)

<b>VAL GERMANASCA</b>			
<b>CATEGORIA</b>	<b>ETTARI TOTALI</b>	<b>ETTARI ACCESSIBILI</b>	<b>% ETTARI ACCESSIBILI SUL TOTALE</b>
Abetine	362.42	203.21	56.1
Acerο-tiglio-frassineti	446	291.22	65.3
Alneti planiziali collinari e montani	11.72	11.67	99.6
Arbusteti subalpini	461.46	37.28	8.1
Boscaglie pioniere e d"invasione	585.88	177.78	30.3
Castagneti	1151.77	831.76	72.2
Faggete	921.98	513.54	55.7
Lariceti e cembrete	5285.34	1667.6	31.6
Pinete di pino silvestre	457.11	267.03	58.4
Querceti di rovere	186.85	63.41	33.9
Rimboschimenti	3.44	3.23	93.9
Saliceti e pioppeti ripari	3.13	3.13	100.0
<b>TOTALE</b>	<b>9877.1</b>	<b>4070.88</b>	<b>41.2</b>

*Tabella 27 – % foreste accessibili sul totale della superficie forestale in Val Germanasca (Elaborazione propria)*

<b>VAL PELLICE</b>			
<b>CATEGORIA</b>	<b>ETTARI TOTALI</b>	<b>ETTARI ACCESSIBILI</b>	<b>% ETTARI ACCESSIBILI SUL TOTALE</b>
Abetine	147.07	74.73	50.8
Acerο-tiglio-frassineti	1517.22	1184.22	78.1
Alneti planiziali collinari e montani	29.32	24.72	84.3
Arbusteti subalpini	946.65	82.87	8.8
Boscaglie pioniere e d"invasione	883.07	326.58	37.0
Castagneti	4209.32	3452.86	82.0
Faggete	2540.8	1546.91	60.9
Lariceti e cembrete	3447.46	832.51	24.1
Pinete di pino montano	76.53	10.55	13.8
Querceti di rovere	202.85	158.53	78.2
Querceti di roverella	2.58	2.58	100.0
Quercο-carpineti	80.92	39.82	49.2
Rimboschimenti	672.8	234.89	34.9
Robineti	246.76	130.26	52.8
Saliceti e pioppeti ripari	66.73	32.56	48.8
<b>TOTALE</b>	<b>15070.08</b>	<b>8134.57</b>	<b>54.0</b>

*Tabella 28 – % foreste accessibili sul totale della superficie forestale in Val Pellice (Elaborazione propria)*

Analizzando le tabelle sopra riportate si rileva che la zona Pinerolese Pedemontano ha un'alta percentuale di superficie forestale accessibile (70%) mentre le zone Val Chisone e Val Germanasca hanno percentuali molto più basse (intorno al 40%), la Val Pellice, invece è caratterizzata da una percentuale di foreste accessibili pari al 54%. Ciò è dovuto alla capillarità della viabilità forestale che caratterizza la zona Pinerolese Pedemontano e al fatto che questo è un territorio collinare che raggiunge pendenze minori rispetto alle zone vallive. La superficie di foreste accessibili sono simili nelle zone Pinerolese Pedemontano e Val Germanasca mentre è quasi doppia nelle zone Val Chisone e Val Pellice ma occorre tenere presente che la zona Pinerolese Pedemontano ha un'area di 18764,28 Ha mentre la Val Chisone ha una superficie quasi doppia pari 36756.77 Ha il che significa che la superficie forestale sarà molto più dispersa in Val Chisone e quindi più difficilmente sfruttabile rispetto alla zona del Pinerolese Pedemontano dove risulta più concentrata.

Appare quindi doveroso sottolineare come la zona Pinerolese Pedemontano in seguito a questo studio appaia quella da privilegiare per l'installazione di un impianto a biomasse legnose considerando l'elevata percentuale di foreste accessibili (70%) e la concentrazione delle foreste in un'area circoscritta.

## Calcolo dell'energia elettrica producibile da biomassa forestale

Questo paragrafo è basato sul calcolo dei seguenti parametri:

- mc = massa di sostanza secca prodotta annualmente dalle diverse categorie forestali [kg]
- $E_T$  = energia termica producibile annualmente bruciando biomassa [kWh]
- $E_{el}$  = energia elettrica producibile in un anno [kWh]

Per poter calcolare tali parametri è però necessario andare a reperire i valori della produttività annuale di ogni tipologia di albero ( $p$ ) e del potere calorifico inferiore della sostanza secca ( $H$ ) che si possono trovare in una apposita tabella elaborata dall'IPLA (Istituto per le piante da legno e l'ambiente) [18] riportata di seguito.

COD.	Categoria forestali	Sup ha	Massa prelevata mc/anno	Massa volumica Kg/mc <sup>2</sup>	Biomassa disp. t	Biomassa disp. t/ha	PCI kWh/Kg <sup>3</sup>	Energia kWh/anno
AB	Abetine	1.257	6644,46	450	2990,01	2,38	5	11,89
AF	Accro/tiglio/frassineti	19.648	10877,00	650	7070,05	0,36	4,1	1,48
AN	Alneti planiziali e montani	2.081	4670,13	620	2895,48	1,39	4,1	5,70
AS	Arbusteti planiziali collinari e montani	938	34,13	525	17,92	0,02	4,1	0,08
OV	Arbusteti subalpini	839	5,20	500	2,60	0,00	4,1	0,01
BS	Boscaglie pioniere e d'invasione	11.734	3303,93	500	1651,97	0,14	4	0,56
CA	Castagneti	68.864	412305,46	540	222644,95	3,23	4	12,93
CE	Cerrete	916	1443,66	900	1299,29	1,42	4	5,67
FA	Faggete	17.097	26409,33	730	19278,81	1,13	4	4,51
LC	Lacereti e cembrete	9.824	7437,53	650	4834,39	0,49	4,3	2,12
OS	Orno Ostrieto	2.239	4365,13	550	2400,82	1,07	4,1	4,40
PE	Peccete	901	1517,86	450	683,04	0,76	4,5	3,41
PM	Pinete di Pino Marittimo	216,15	206,06	450	92,73	0,43	4,4	1,89
PN	Pinete di Pino montano	158,85	11,53	560	6,46	0,04	4,4	0,18
PS	Pinete di Pino silvestre	2638,04	8676,73	540	4685,43	1,78	4,4	7,81
QV	Querceti di rovere	9690,56	8438,80	760	6413,49	0,66	4,2	2,78
QR	Querceti di roverella	13473,01	10633,20	760	8081,23	0,60	4,2	2,52
QC	Quercu carpineto	11542,08	9281,40	800	7425,12	0,64	4,2	2,70
RI	Rimboschimenti	4164,78	16886,66	500	8443,33	2,03	4	8,11
RB	Robinieti	46.416	59785,73	760	45437,15	0,98	4,5	4,41
SP	Saliceti e pioppeti ripari	3.618	8260,53	650	5369,34	1,48	4	5,94

Tabella 29 – Dati per Categorie forestali (Fonte: IPLA)

I valori di p sono quelli riportati nella colonna Biomassa disponibile [t/Ha], mentre i valori di H sono quelli riportati nella colonna PCI [kWh/kg].

I valori della Tabella 29 sono poi stati riportati in GIS a fianco dei valori degli ettari di ogni singola categoria forestale. In questo modo tutti i dati necessari per poter calcolare i tre parametri riportati all'inizio del capitolo sono disponibili e di seguito vengono quindi spiegati i calcoli effettuati.

La massa di sostanza secca prodotta annualmente dalle diverse categorie forestali consiste nella biomassa priva di ogni tasso di umidità all'interno del materiale e si calcola con la seguente formula:

$$mc = A * p * 1000$$

A = superficie delle aree boscate accessibili [He]

p = produttività annuale (tale valore varia in base alla tipologia di albero e viene reperito dalla tabella 29) [t di sostanza secca/Ha]

Il valore ottenuto dalla precedente formula viene poi utilizzato per il calcolo dell'energia termica prodotta annualmente. La formula per ottenerla è la seguente:

$$ET = mc * H * \eta_{th}$$

H = potere calorifico inferiore della sostanza secca (anche questo valore varia in base alla tipologia di albero e si trova nella tabella 29) [kWh/kg]

$\eta_{th}$  = rendimento termico dell'impianto (considerato costante e pari al 68 %)

In conclusione si arriva al calcolo dell'energia elettrica che si potrebbe produrre in un anno tramite la seguente formula:

$$E_{el} = mc * H * \eta_{el}$$

$\eta_{el}$  = rendimento elettrico dell'impianto (considerato costante e pari al 17%)

I valori di rendimento termico ed elettrico sono stati ricavati dalla tesi di Diego Chiabrando "Monitoraggio della centrale cogenerativa a biomassa di Luserna San Giovanni (TO)" [19] e sono i valori di rendimento di progetto dell'impianto analizzato.

Di seguito vengono riportate le tabelle contenenti i calcoli effettuati con nell'ultima colonna i valori dell'energia elettrica producibile per ogni singola categoria forestale presente nelle quattro aree di indagine.

PINEROLESE PEDEMONTANO				
CATEGORIA	ETTARI ACCESSIBILI [Ha]	mc [kg]	Et [kwh]	Eel [kwh]
Acero-tiglio-frassineti	464.09	167073	465794	116448
Boscaglie pioniere e d''invasione	15.50	2170.62	5904.09	1476.02
Castagneti	3496.27	11293000	30717000	7679240
Faggete	673.74	761328	2070810	517703
Lariceti e cembrete	0.003	1.56	4.55	1.14
Pinete di pino silvestre	75.80	134920	403666	100916
Querceti di rovere	228.18	150597	430094	107523
Querceti di roverella	11.19	6711.12	19166.7	4791.68
Quercu-carpineti	122.12	78159.4	223215	55803.7
Rimboschimenti	64.52	130969	356219	89054.8
Robineti	214.15	209865	642169	160542
Saliceti e pioppeti ripari	4.21	6224.78	16929.3	4232.32
<b>TOTALE</b>	<b>5369.74</b>	<b>12940992.72</b>	<b>35350971.64</b>	<b>8837731.65</b>

Tabella 30– Et ed Eel producibile nel Pinerolese Pedemontano (Elaborazione propria)

VAL CHISONE				
CATEGORIA	ETTARI ACCESSIBILI [Ha]	mc [kg]	Et [kwh]	Eel [kwh]
Abetine	76.13	181191	616049	154012
Acero-tiglio-frassineti	1096.11	394598	1100140	275035
Alneti planiziali collinari e montani	8.16	11338.6	31612	7903
Arbusteti planiziali collinari e montani	8.02	160.48	447.41	111.85
Arbusteti subalpini	3.53	35.3	98.43	24.61
Boscaglie pioniere e d''invasione	222.11	31094.9	84578.1	21144.5
Castagneti	2113.58	6826860	18569100	4642270
Faggete	1965.03	2220480	6039710	1509930
Lariceti e cembrete	2630.11	1288760	3768330	942084
Pinete di Pino Montano	19.62	785.07	2348.92	587.23
Pinete di pino silvestre	943.62	1679640	5025480	1256370
Querceti di rovere	361.43	238541	681273	170318
Rimboschimenti	123.85	251407	683827	170957
Robineti	48.81	47829.8	146359	36589.8
Saliceti e pioppeti ripari	21.81	32282.5	87808.4	21952.1
<b>TOTALE</b>	<b>9641.91</b>	<b>13205003.65</b>	<b>36837161.26</b>	<b>9209289.09</b>

Tabella 31– Et ed Eel producibile in Val Chisone (Elaborazione propria)

VAL GERMANASCA				
CATEGORIA	ETTARI ACCESSIBILI [Ha]	mc [kg]	Et [kwh]	Eel [kwh]
Abetine	203.21	483641	1644380	411095
Acero-tiglio-frassineti	291.22	104840	292294	73073.5
Alneti planiziali collinari e montani	11.67	16220.4	45222.5	11305.6
Arbusteti subalpini	37.28	372.84	1039.48	259.87
Boscaglie pioniere e d'invasione	177.78	24889.1	67698.4	16924.6
Castagneti	831.76	2686600	7307550	1826890
Faggete	513.54	580306	1578430	394608
Lariceti e cembrete	1667.6	817123	2389270	597317
Pinete di pino silvestre	267.03	475317	1422150	355537
Querceti di rovere	63.41	41853.5	119534	29883.4
Rimboschimenti	3.23	6566.37	17860.5	4465.13
Saliceti e pioppeti ripari	3.13	4631.88	12598.7	3149.68
<b>TOTALE</b>	<b>4070.88</b>	<b>5242361.09</b>	<b>14898027.58</b>	<b>3724508.78</b>

Tabella 32 – Et ed Eel producibile in Val Germanasca (Elaborazione propria)

VAL PELLICE				
CATEGORIA	ETTARI ACCESSIBILI [Ha]	mc [kg]	Et [kwh]	Eel [kwh]
Abetine	74.73	177862	604731	151183
Acero-tiglio-frassineti	1184.22	426318	1188570	297144
Alneti planiziali collinari e montani	24.72	34362.3	95802.1	23950.5
Arbusteti subalpini	82.87	828.667	2310.32	577.58
Boscaglie pioniere e d'invasione	326.58	45720.6	124360	31090
Castagneti	3452.86	11152700	30335300	7583840
Faggete	1546.91	1748010	4754590	1188650
Lariceti e cembrete	832.51	407929	1192780	298196
Pinete di pino montano	10.55	421.892	1262.3	315.58
Querceti di rovere	158.53	104629	298820	74705.1
Querceti di roverella	2.58	1545.39	4413.63	1103.41
Quercu-carpinetti	39.82	25485.4	72786.3	18196.6
Rimboschimenti	234.89	476822	1296960	324239
Robineti	130.26	127651	390612	97653
Saliceti e pioppeti ripari	32.56	48191.2	131080	32770
<b>TOTALE</b>	<b>8134.57</b>	<b>14778476.45</b>	<b>40494377.65</b>	<b>10123613.77</b>

Tabella 33– Et ed Eel producibile in Val Pellice (Elaborazione propria)

Analizzando i valori assoluti riportati nelle tabelle 30, 31, 32 e 33 si osserva che la massa di sostanza secca prodotta annualmente dalle diverse categorie forestali è simile per la zona Pinerolese Pedemontano, Val Chisone e Val Pellice ed è invece circa la metà per la Val Germanasca dovuto ad una minore superficie di boschi accessibili. Interessante il fatto che nonostante la superficie di boschi accessibili in Val Chisone e Val Pellice sia praticamente il doppio di quella del Pinerolese Pedemontano la massa secca producibile nelle tre aree è simile. Ciò significa che in Val Chisone e Val Pellice le categorie forestali hanno una produttività annuale [t di sostanza secca/Ha] più bassa che comporterà maggiori costi di trasporto del legno che risulta più disperso sul territorio.

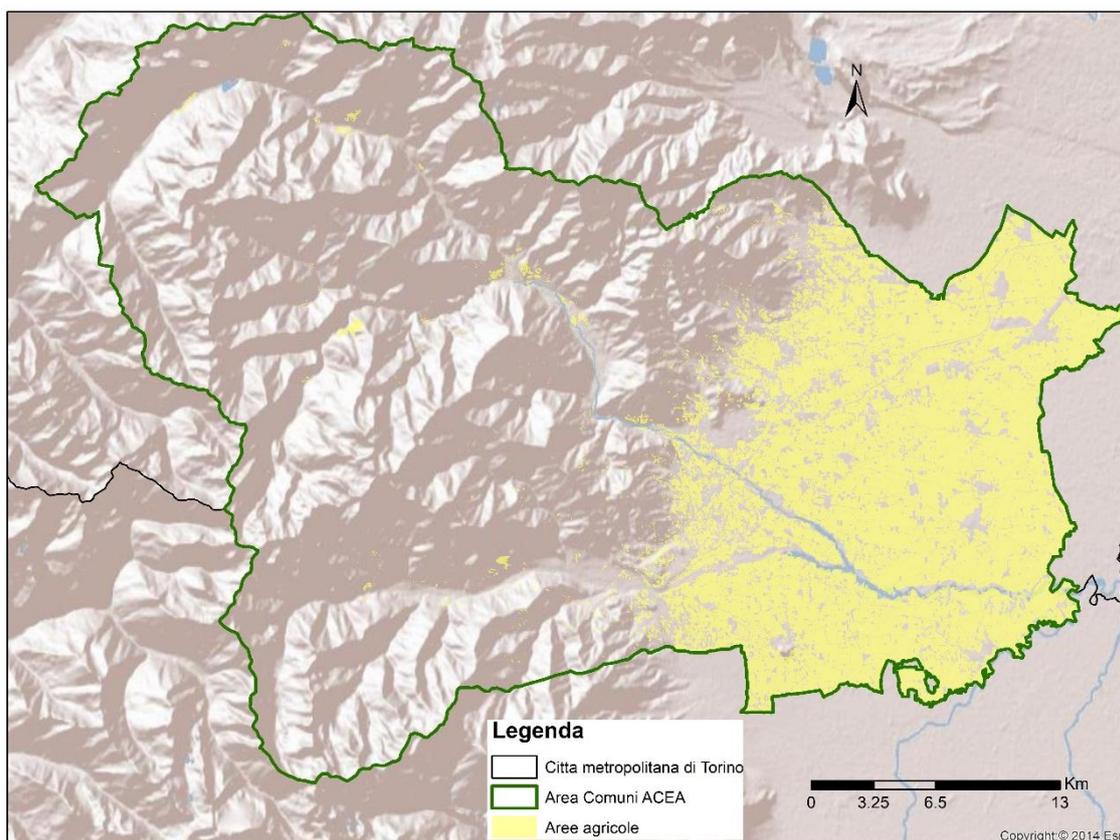
Per quanto riguarda la produzione di energia termica ed elettrica potenzialmente producibili annualmente le zone Pinerolese Pedemontano e Val Chisone presentano dei valori simili con una produzione intorno ai 35 milioni di KWh di energia termica e di circa 9 milioni di KWh di energia elettrica. La zona Val Germanasca invece è quella con una produzione potenziale più bassa, dovuto ad una minore superficie di boschi accessibili pari a circa 15 milioni di KWh di energia termica e quasi 4 milioni di KWh di energia elettrica; la Val Pellice è la zona dove si potrebbero raggiungere i valori più elevati di produzione con circa 40 milioni di KWh di energia termica e circa 10 milioni di KWh di energia elettrica.

## 2.5.2 Energia producibile da biomassa agricola

L'obiettivo consiste nel calcolare l'energia elettrica producibile da biomassa agricola nel territorio della futura comunità energetica del pinerolese dove sono presenti ampie superfici agricole.

Questo studio mira ad individuare la potenziale energia elettrica producibile nel territorio analizzato che dipende dalla quantità e/o qualità delle categorie agricole presenti.

Le superfici agricole totali nel Pinerolese coprono una superficie di 33815.40 ettari, pari a circa il 25 % del totale della superficie, e sono distribuite principalmente nelle aree di pianura come è possibile osservare nella carta sotto riportata.



*Carta 34 –Le aree agricole nel Pinerolese, elaborazione propria*

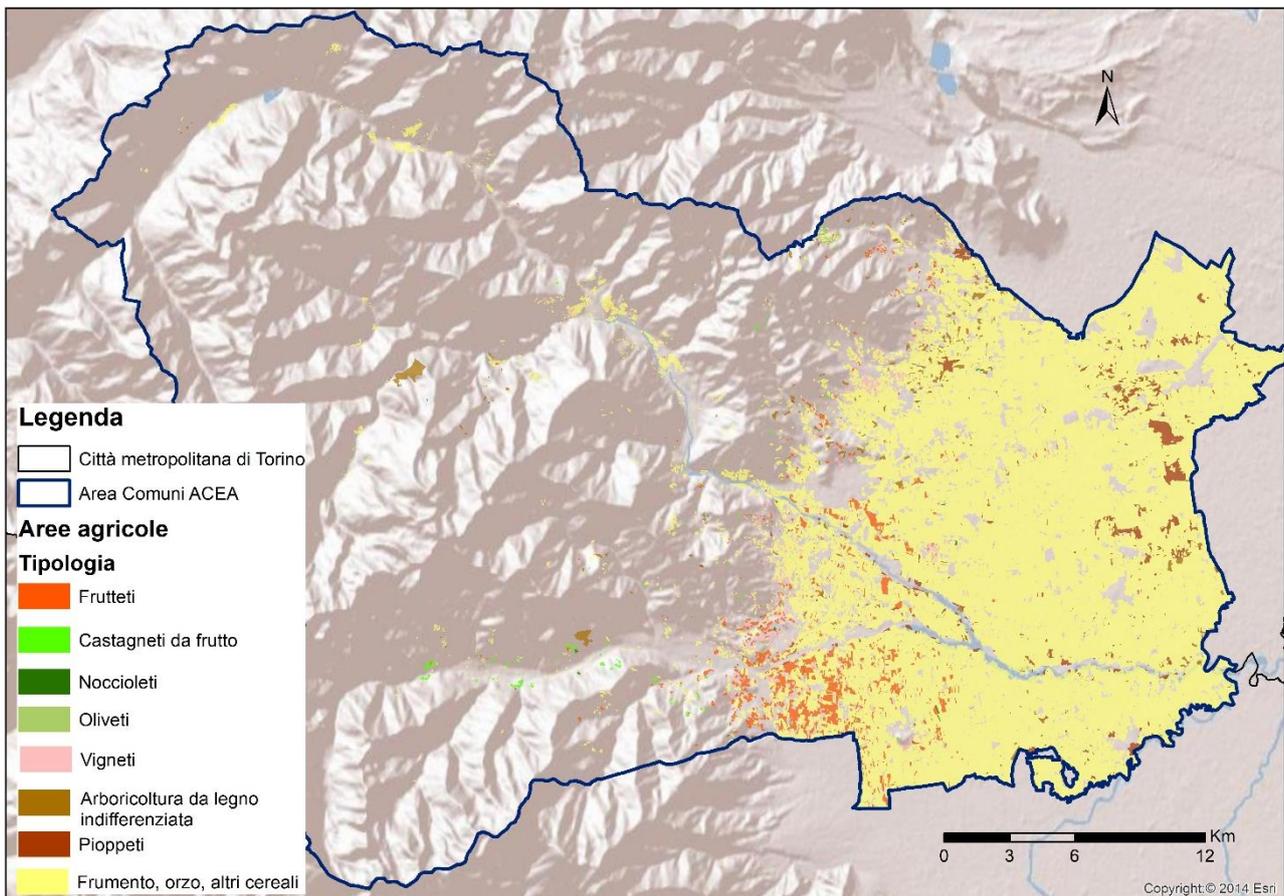
I dati utilizzati per lo svolgimento del lavoro sono stati reperiti dal geoportale della Regione Piemonte e più in particolare si è utilizzato il “Land Cover Piemonte: classificazione uso del suolo”[20]; tale database è stato aggiornato per l’ultima volta nel 2010 sulla base dei dati derivanti dai Piani Forestali Territoriali (2001-2005) e dall’Anagrafe unica Agricoltura con il dato geografico delle particelle catastali di fonte AGEA (2010).

Lo studio è stato svolto in due passaggi:

- 1- individuazione e classificazione delle diverse tipologie di colture sfruttabili ai fini della biomassa;
- 2- calcolo dell’energia termica ed elettrica producibile da biomassa agricola

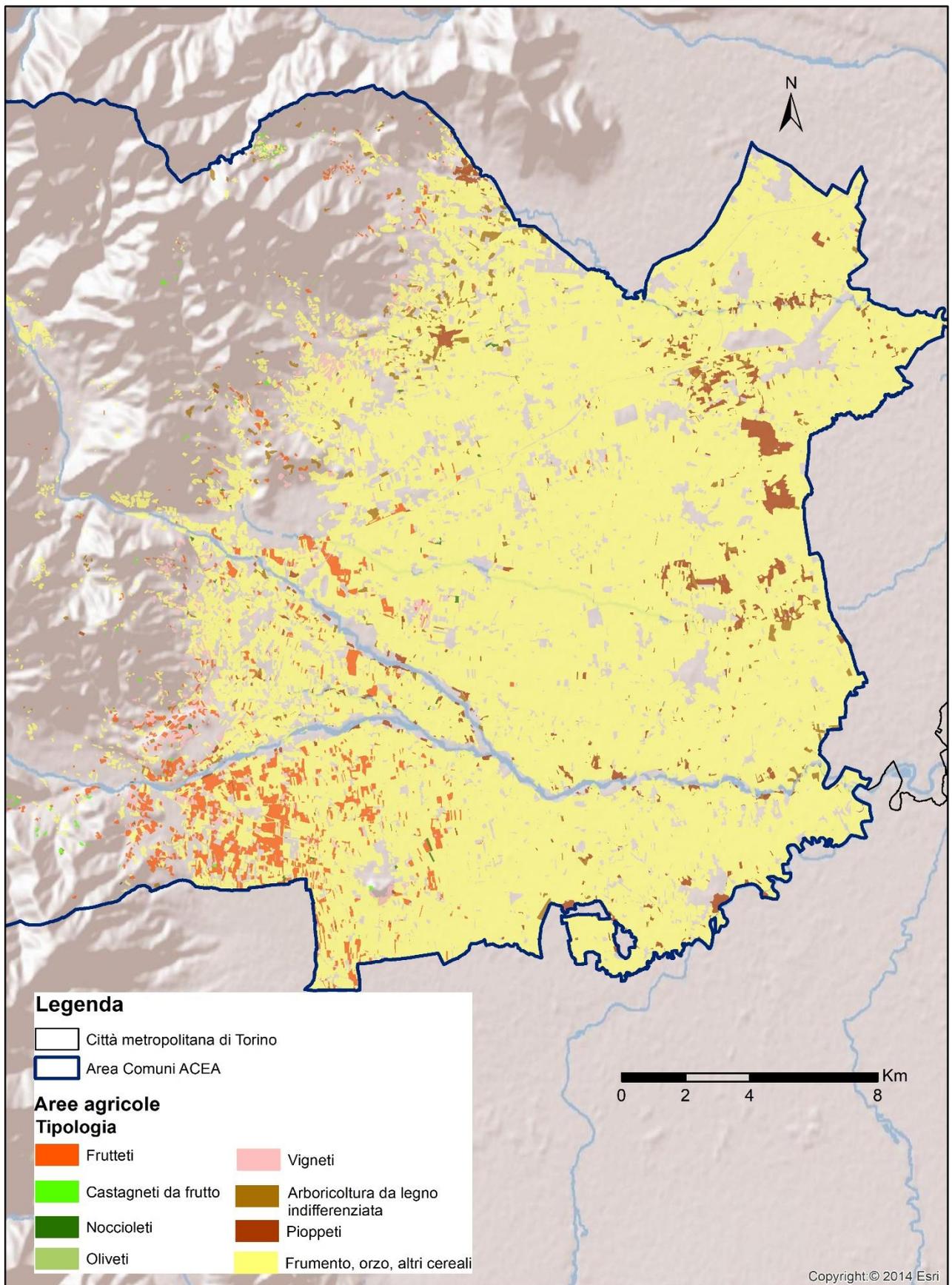
## 1- Individuazione e classificazione delle diverse tipologie di colture sfruttabili ai fini della biomassa.

Tramite il database Land Cover Piemonte è stato possibile individuare all'interno delle aree agricole le diverse tipologie di colture che vengono di seguito riportate nella carta. Osservandola è possibile notare come la maggior parte delle aree agricole della pianura Pinerolese sia caratterizzata da cereali in particolare mais; si notano anche piccole ma numerose aree caratterizzate da castagneti da frutto in Val Pellice e numerose aree adibite a frutteto nella zona del comune di Cavour.



*Carta 35– Le tipologie di aree agricole nel Pinerolese, elaborazione propria*

Di seguito si riporta un'altra carta dove è stato fatto un ingrandimento sulle aree di pianura del territorio in analisi per individuare più attentamente le diverse colture che lo caratterizzano. Osservando tale carta è possibile notare come nonostante la maggior parte delle aree di pianura sia caratterizzata da colture di cereali esistono anche numerose aree adibite a pioppeti e ad arboricoltura da legno indifferenziata. Inoltre da sottolineare il fatto che numerosi frutteti sono dislocati non solo nella zona di Cavour ma anche nelle altre aree collinari del Pinerolese dove sono anche numerosi i pioppeti e l'arboricoltura.



Carta 36– Le tipologie di aree agricole nel Pinerolese (ingrandimento), elaborazione propria

Nella tabella seguente è stata individuata per ogni coltura la percentuale sul totale della superficie agricola del Pinerolese. Si osserva come i cereali costituiscano la tipologia prevalente raggiungendo l'89%, al secondo posto si posizionano i frutteti (4,7 % della superficie agricola totale) seguiti dai pioppeti (3,1 % della superficie agricola totale). Questi ultimi, però, se considerati insieme alla arboricoltura da legno indifferenziata, raggiungono il 5,4 % della superficie agricola totale. Tra le tipologie residuali solo i vigneti raggiungono quasi l'1% della superficie agricola del pinerolese.

TIPOLOGIE CULTURALI		
CATEGORIA	ETTARI	%SU TOTALE
Frutteti	1577.3	4.7
Castagneti da frutto	60	0.2
Noccioleti	31.4	0.1
Oliveti	6.3	0.0
Vigneti	262.4	0.8
Arboricoltura da legno indifferenziata	764.6	2.3
Pioppeti	1031.9	3.1
Fruento, orzo, altri cereali	30081.5	89.0
TOTALE	33815.4	

*Tabella 34– % di ogni tipologia colturale sul totale della superficie agricola, elaborazione propria*

## 2- Calcolo dell'energia termica ed elettrica producibile da biomassa agricola

Questo paragrafo è basato sul calcolo dei seguenti parametri:

- a.  $m_c$ = massa di sostanza secca prodotta annualmente dalle diverse categorie agricole [kg]
- b.  $E_T$ = energia termica producibile annualmente [KWh]
- c.  $E_{el}$ = energia elettrica producibile annualmente [KWh]

Per poterli calcolare si è reso necessario reperire i valori della produttività annua di ogni tipologia agricola (biomassa disponibile) e del potere calorifico inferiore della sostanza secca che sono stati inseriti nella tabella seguente e ricavati rispettivamente da uno studio dell'Ente Nazionale Risi [21] e da uno studio dell'IPLA (Istituto per le piante da legno e l'ambiente) ed utilizzati dalla Regione Piemonte nel progetto del Modello BRUSA [18] (Biomass Resources Use and Availability - Un modello geografico per la valutazione delle disponibilità di biomasse ligno-cellulosiche a fini energetici).

TIPOLOGIE CULTURALI		
CATEGORIA	Biomassa disponibile [ton/Ha]	P.C.I. [KWh <sub>th</sub> /kg]
Frutteti	2.2	3.4
Castagneti da frutto	2.2	3.4
Nocciuleti	2.2	3.4
Oliveti	2.2	3.4
Vigneti	1.45	2.2
Arboricoltura da legno indifferenziata	17.6	2.2
Pioppeti	12	2.2
Frumento, orzo, altri cereali	2.18	2.36

Tabella 35– Dati per tipologie di coltura

I valori della *Tabella* sono poi stati riportati in GIS a fianco dei valori degli ettari di ogni singola tipologia di coltura. In questo modo tutti i dati necessari per poter calcolare i tre parametri riportati all’inizio del paragrafo sono disponibili e di seguito vengono riportati i calcoli effettuati.

La massa di sostanza secca prodotta annualmente dalle diverse colture consiste nella biomassa priva di ogni tasso di umidità all’interno del materiale e si calcola con la seguente formula:

$$m_c = A * p * 1000$$

A= superficie delle aree coltivate [Ha]

p= produttività annuale [t di sostanza secca/Ha]

Il valore ottenuto dalla precedente formula viene poi utilizzato per il calcolo dell’energia termica prodotta annualmente; la formula per ottenerla è la seguente:

$$E_T = m_c * H * \eta_{th}$$

H= potere calorifico inferiore della sostanza secca [KWh<sub>th</sub>/kg]

$\eta_{th}$ = rendimento termico dell’impianto (considerato costante e pari al 68%)

In conclusione si arriva al calcolo dell’energia elettrica che si potrebbe produrre in un anno tramite la formula:

$$E_T = m_c * H * \eta_{el}$$

$\eta_{el}$ = rendimento elettrico dell’impianto (considerato costante e pari al 17%)

I valori di rendimento termico ed elettrico sono stati ricavati dalla tesi “Monitoraggio della centrale cogenerativa a biomassa di Luserna San Giovanni (TO)” [19] e sono i valori di rendimento di progetto dell’impianto analizzato.

Di seguito vengono riportate le tabelle contenenti i calcoli effettuati con nell’ultima colonna i valori dell’energia elettrica producibile per ogni singola coltura.

ENERGIA PRODUCIBILE				
CATEGORIA	SUPERFICIE [Ha]	mc [kg]	E <sub>t</sub> [kWh]	E <sub>el</sub> [KWh]
Frutteti	1577.3	3470060	8022778.7	2005694.7
Castagneti da frutto	60	132000	305184.0	76296.0
Nocciolieti	31.4	69080	159713.0	39928.2
Oliveti	6.3	13860	32044.3	8011.1
Vigneti	262.4	380480	569198.1	142299.5
Arboricoltura da legno indifferenziata	764.6	13456960	20131612.2	5032903.0
Pioppeti	1031.9	12382800	18524668.8	4631167.2
TOTALE	33815.4		47.745.199,1	11.936.299.7

*Tabella 36– Energia producibile per coltura*

Osservando la tabella sopra riportata si rileva che i cereali non sono stati inclusi nel calcolo dell'energia in quanto nel territorio in analisi il mais è il cereale prevalente e da questo cereale non è possibile ottenere energia in quanto a differenza di altri come, ad esempio, il grano dal quale in seguito alla mietitura rimane la paglia che può essere bruciata in questo caso i residui sono utilizzati o come mangime per gli animali o per produrre biogas. Sono quindi i pioppeti e le aree adibite ad arboricoltura che permettono di produrre la quantità maggiore di energia (circa 9,7 mln di KWh di E<sub>el</sub> se considerati insieme) che dipende dall'elevata biomassa disponibile per ettaro. Dai frutteti è ancora possibile ricavare una quantità di energia di rilievo pari a circa 2 mln di KWh di E<sub>el</sub>.

Annualmente il pinerolese potrebbe ricavare dalla biomassa agricola circa 47 mln di KWh (47.745.199,1) di energia termica e circa 11 mln di KWh (11.936.299.7) di energia elettrica.

### 2.5.3 Energia producibile con il vento

L'obiettivo consiste nel calcolare l'energia elettrica producibile dal vento nel territorio della futura comunità energetica del pinerolese.

Questo studio mira ad individuare la potenziale energia elettrica producibile nel territorio analizzato. Per fare ciò occorre tenere in considerazione la continuità della risorsa vento che necessita di uno studio preventivo sul sito in analisi individuando la direzione prevalente e in particolare, per uno studio di pre-fattibilità come quello che si sta portando avanti, l'intensità dello stesso. Secondo il Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR) le aree ad elevato potenziale eolico dove quindi lo sfruttamento del vento appare redditizio sono caratterizzate da una ventosità minima di 5 m/s e dalla presenza della risorsa per circa 1500 ore/anno.

I dati utilizzati per lo svolgimento del lavoro sono stati reperiti dall'"Atlante eolico dell'Italia", Web GIS sviluppato dalla RSE S.p.A. (Ricerca sul Sistema Energetico) a partire dal 2002 [22]. Tale Atlante è uno strumento destinato agli organismi pubblici che programmano l'uso del territorio, ai responsabili dello sviluppo della rete elettrica e agli investitori che possono valutare opportunità e rischi derivanti dall'installazione di centrali eoliche. L'Atlante eolico comprende mappe di velocità media annua del vento (m/s) e di producibilità specifica (MWh/MWanno) di un aerogeneratore campione, con riferimento ad altezze di 25, 50, 75 e 100 m al di sopra del suolo. La producibilità specifica annua va intesa come producibilità media annua di un aerogeneratore rapportata alla sua potenza nominale. Tale quantità può quindi essere interpretata come numero di ore annue equivalenti di funzionamento dell'aerogeneratore alla sua piena potenza nominale.

I dati scaricabili dal portale sono di formato vettoriale (tipo GRID), caratterizzati da una matrice con passo di griglia nelle due direzioni pari a circa 1 km.

Da sottolineare che l'Atlante è un indicatore della risorsa su grande scala e può essere utile per individuare zone promettenti, ma non può ovviamente sostituire successivi e necessari studi di dettaglio prima di decidere in merito alla convenienza di un impianto eolico.

Lo studio è stato svolto in due passaggi:

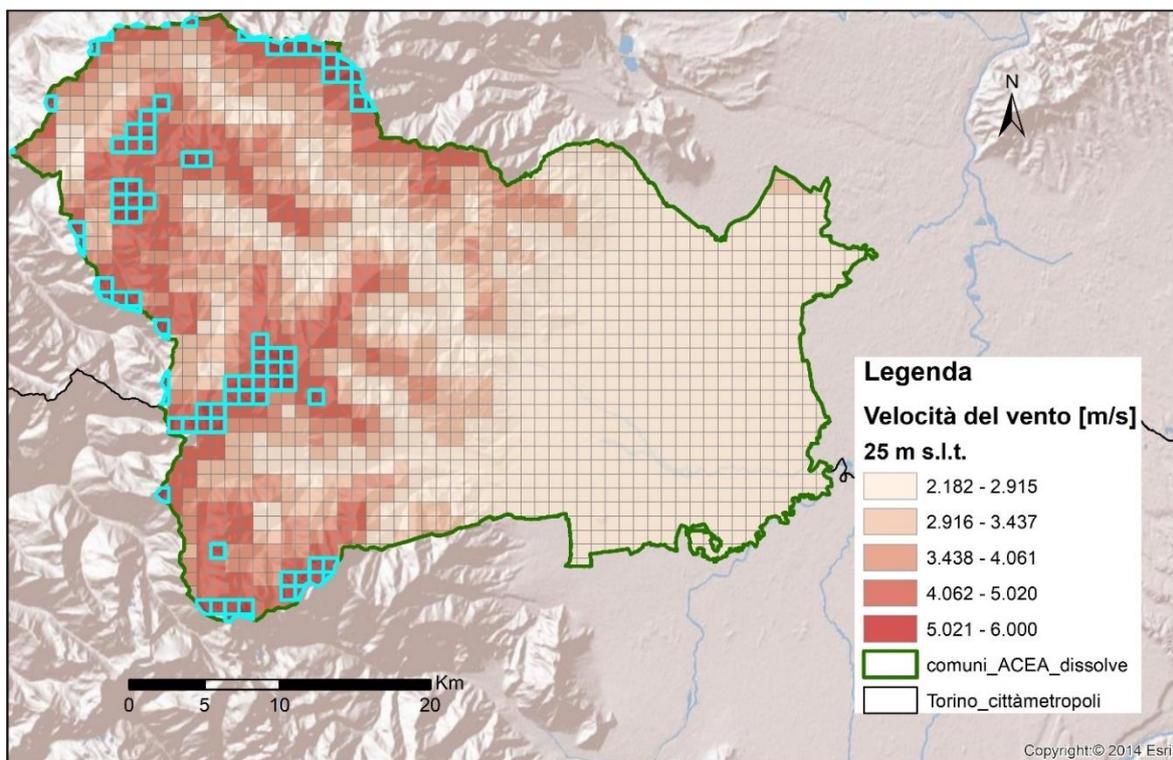
- 1- individuazione della velocità media annua del vento nel territorio analizzato e rispetto dei valori minimi richiesti;
- 2- rispetto delle ore equivalenti minime richieste;
- 3- calcolo dell'energia elettrica producibile.

1- Individuazione della velocità media annua del vento nel territorio analizzato e rispetto dei valori minimi richiesti.

In questo paragrafo l'obiettivo è comprendere se il pinerolese è caratterizzato, almeno in alcune parti, da una velocità media annua dei venti che soddisfa il valore minimo (5 m/s) per poi proseguire eventualmente lo studio sulle ore equivalenti minime.

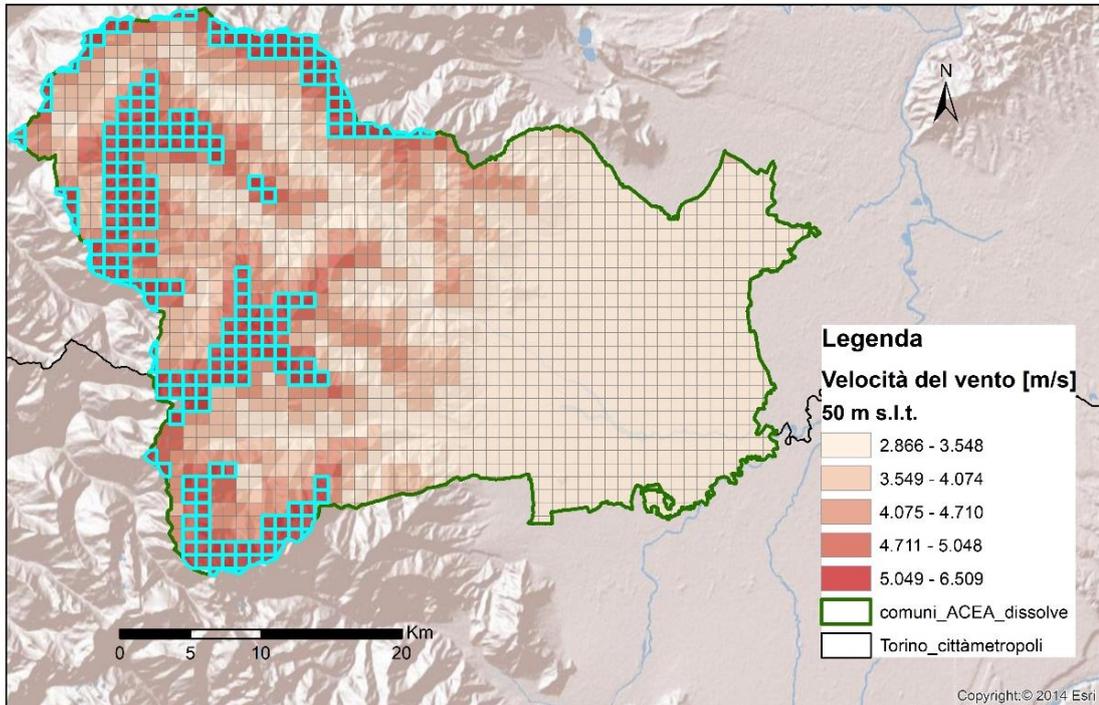
Di seguito vengono quindi riportate le carte di velocità media annua del vento (m/s) misurata alle altezze di 25, 50, 75 e 100 m al di sopra del suolo.

La carta sotto riportata mostra che ad un'altezza dal suolo di 25 metri la velocità media annua del vento supera i 5 m/s solo in alcune zone (evidenziate in carta) corrispondenti alle creste delle montagne raggiungendo una velocità massima di 6,0 m/s che sembra conveniente per lo sfruttamento dell'energia eolica; per tali celle verrà quindi in seguito analizzato il rispetto delle ore equivalenti minime richieste.



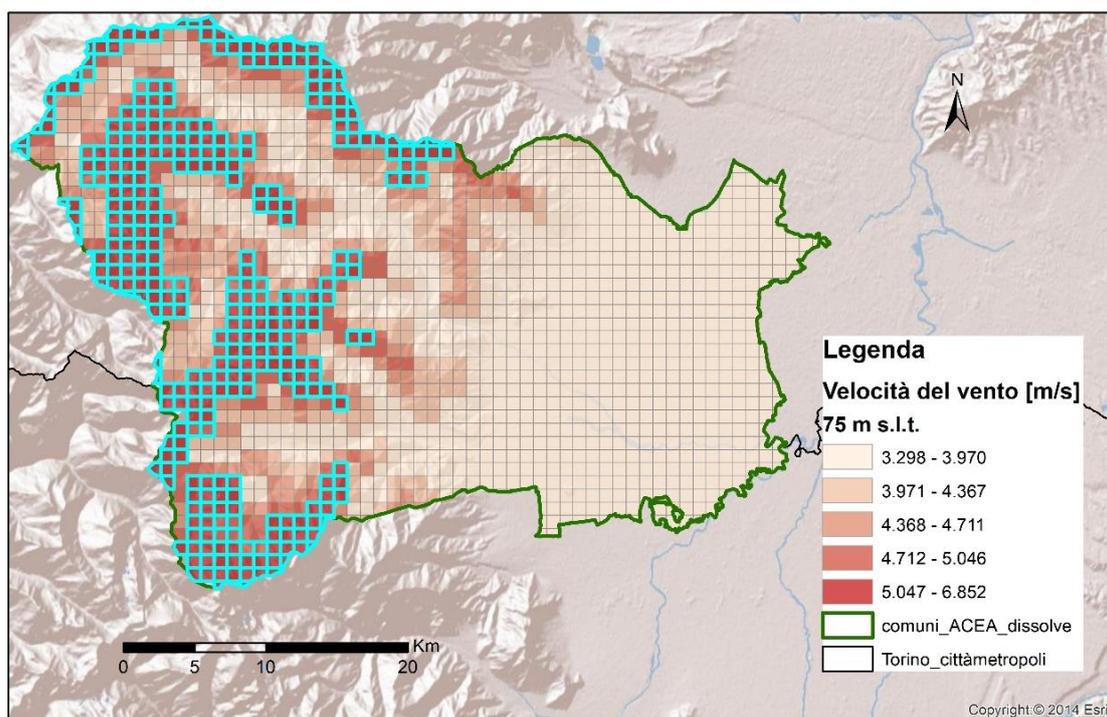
Carta 37– Velocità del vento a 25 m s.l.t., elaborazione propria

La carta sotto riportata mostra che ad un'altezza dal suolo di 50 metri la velocità media annua del vento supera i 5 m/s solo in alcune zone (evidenziate in carta) corrispondenti alle creste delle montagne raggiungendo una velocità massima di 6,509 m/s che sembra conveniente per lo sfruttamento dell'energia eolica; per tali celle verrà quindi in seguito analizzato il rispetto delle ore equivalenti minime richieste.



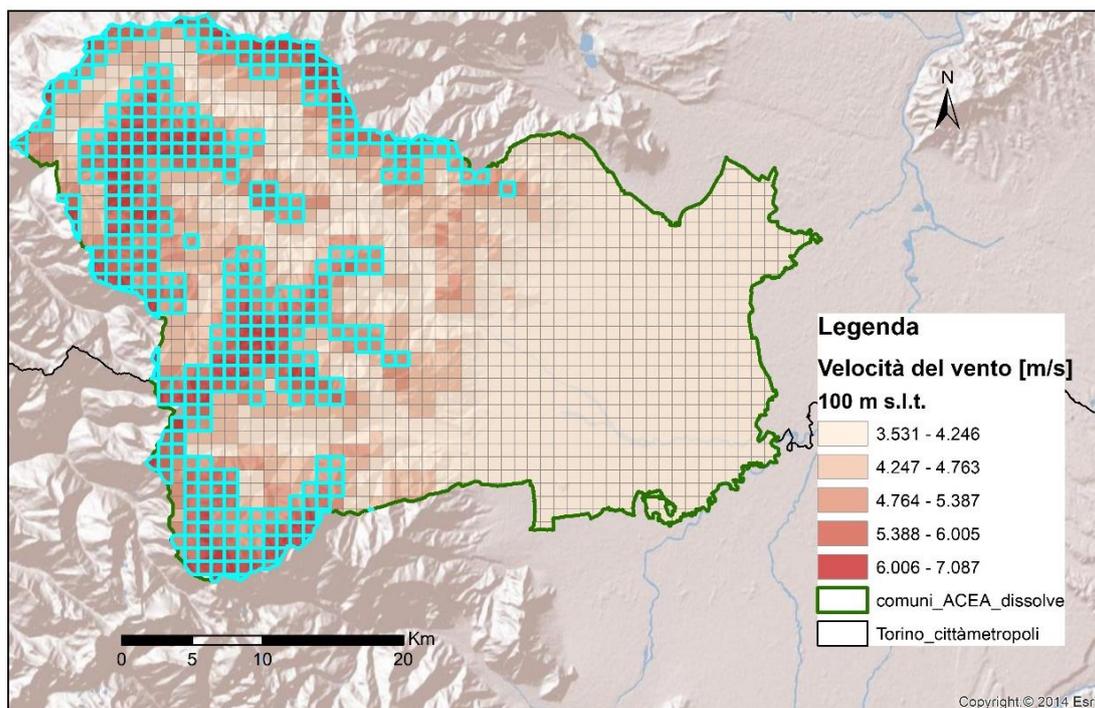
*Carta 38– Velocità del vento a 50 m s.l.t., elaborazione propria*

La carta sotto riportata mostra che ad un'altezza dal suolo di 75 metri la velocità media annua del vento supera i 5 m/s in alcune celle (evidenziate in carta) corrispondenti alle creste delle montagne raggiungendo una velocità massima di 6,852 m/s che sembra conveniente per lo sfruttamento dell'energia eolica; per tali celle verrà quindi in seguito analizzato il rispetto delle ore equivalenti minime richieste.



*Carta 39– Velocità del vento a 75 m s.l.t., elaborazione propria*

La carta sotto riportata mostra che ad un’altezza dal suolo di 100 metri la velocità media annua del vento supera i 5 m/s in alcune celle (evidenziate in carta) sempre corrispondenti alle creste delle montagne raggiungendo una velocità massima di 7.087 m/s che sembra conveniente per lo sfruttamento dell’energia eolica; per tali celle verrà quindi in seguito analizzato il rispetto delle ore equivalenti minime richieste.

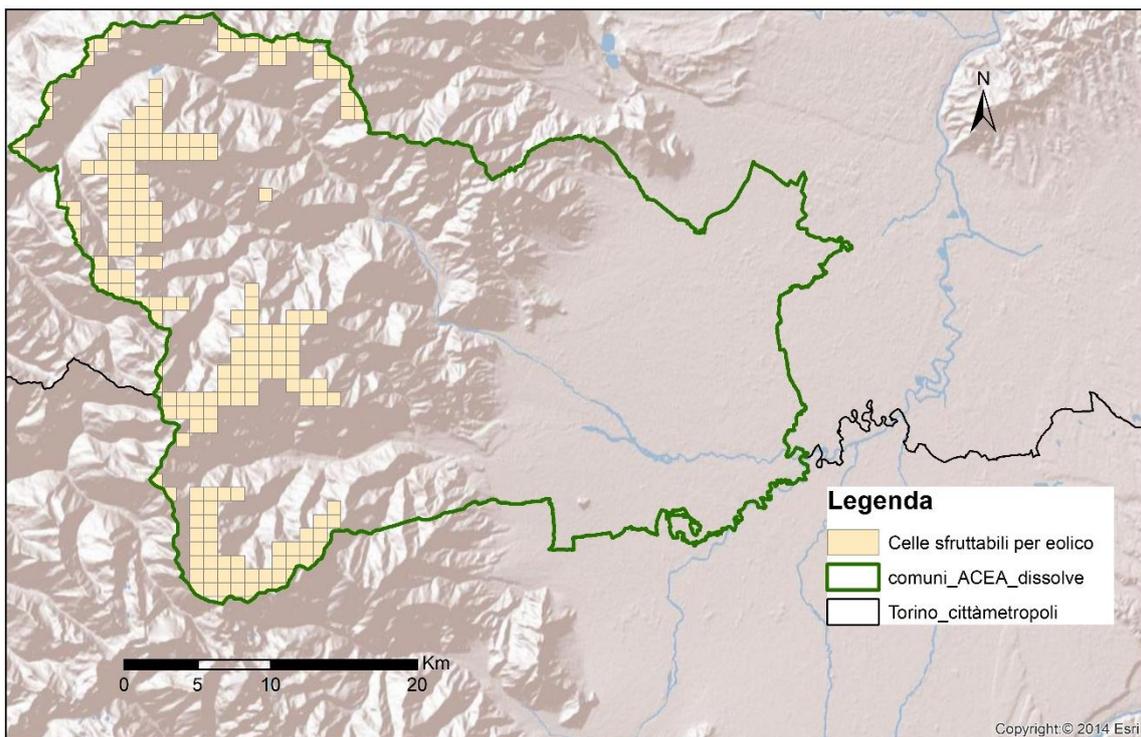


*Carta 40– Velocità del vento a 100 m s.l.t., elaborazione propria*

## 2- Rispetto delle ore equivalenti minime richieste

Per quelle celle che nelle quattro classi di altezza rispettano il requisito minimo di velocità del vento vengono selezionate le sole che rispettano il minimo di ore equivalenti richieste (pari a 1500 ore/anno) che saranno quelle aree dove oltre ad una buona velocità del vento sarà garantita anche una buona frequenza dello stesso.

Di seguito vengono quindi riportate in una carta le celle che potranno essere sfruttate per la produzione di energia elettrica tramite impianti eolici; le celle sono 225 e dalla carta si nota che queste sono localizzate in alta Val Chisone, in Val Germanasca e in alta Val Pellice. Si può quindi affermare che tutte le tre valli del pinerolese, nella sua porzione caratterizzata da altitudini più elevate, potrebbero essere luogo adatto per la produzione di energia tramite pale eoliche.

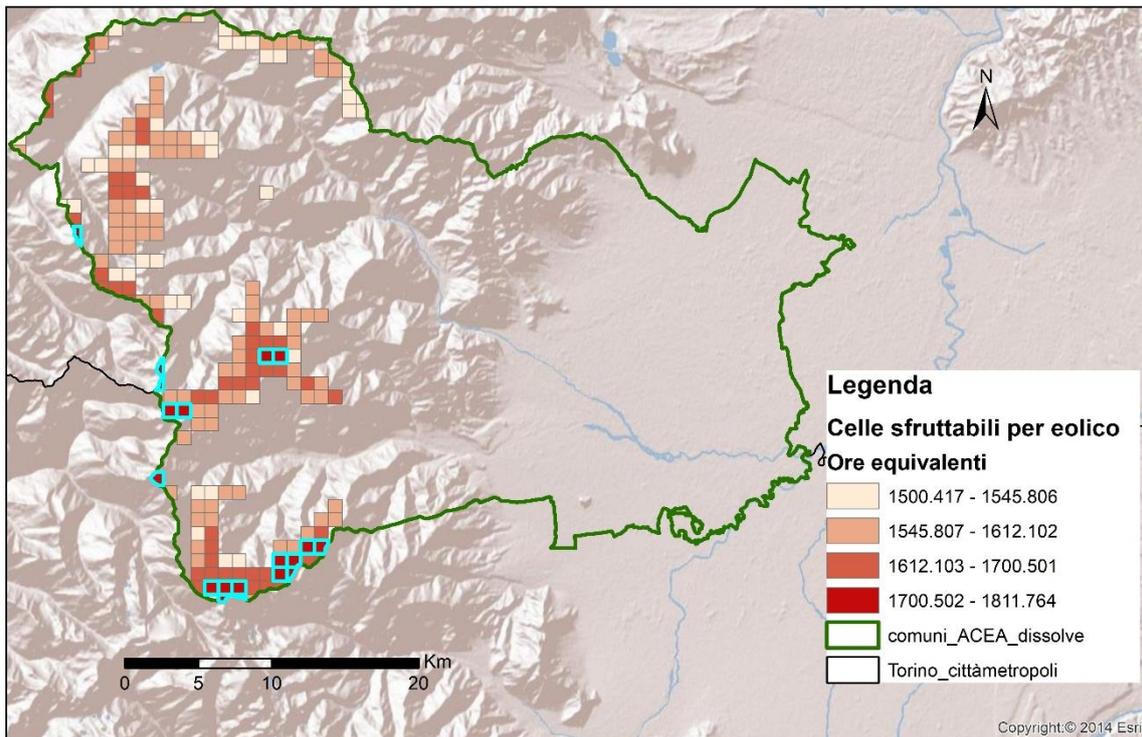


Carta 41– Celle sfruttabili per eolico, elaborazione propria

### 3- Calcolo dell'energia elettrica producibile.

L'ultimo passaggio consiste nell'individuare l'energia elettrica producibile nelle celle identificate come idonee alla produzione di energia eolica. Per ognuna di queste celle l'"Atlante eolico" ha identificato le ore equivalenti in cui sarà presente vento e quindi potrà funzionare l'impianto eolico e per passare all'energia elettrica producibile occorre moltiplicare queste ore equivalenti ad un valore di potenza installata.

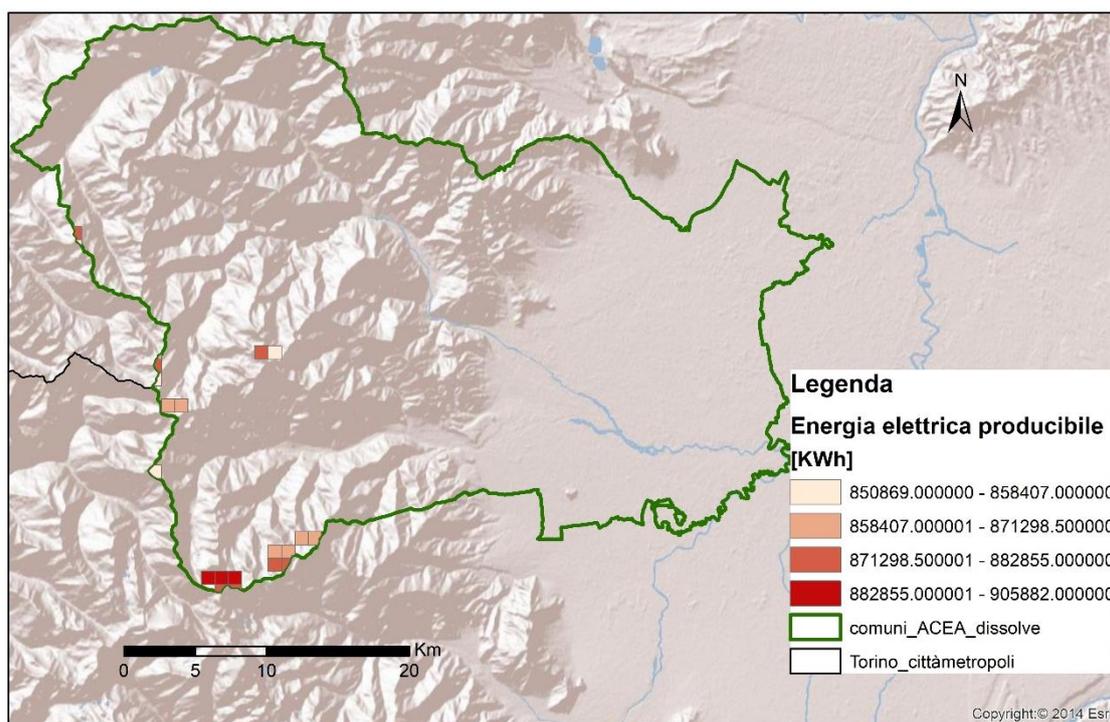
Per il calcolo dell'energia elettrica producibile si è deciso di selezionare all'interno delle 225 celle idonee quelle più produttive che sono caratterizzate da un numero di ore equivalenti maggiore a 1700; tali celle sono pari a 21 e sono state evidenziate in carta. Queste saranno quelle sulle quali si ipotizzerà l'installazione di pale eoliche.



*Carta 42– Celle sfruttabili per eolico – ore equivalenti, elaborazione propria*

Dovendo fare un'ipotesi sulla potenza installabile in questo territorio si è deciso di fare riferimento alle indicazioni del PEAR secondo il quale gli impianti di più piccole dimensioni, quindi il minieolico (potenza tra i 60 e i 200 kW) e il microeolico (potenza inferiore ai 60 kW) sono adatti alle aree di fondovalle, per sfruttare i costanti regimi di brezza. Visto che le 21 celle più produttive identificate fanno riferimento a zone di crinale o di alta montagna qui è ipotizzabile installare pale con una potenza maggiore e quindi pari a 500 kW. Si è quindi deciso di ipotizzare l'installazione di un impianto in ognuna delle celle identificate come maggiormente produttive tra quelle idonee nel pinerolese, con una potenza di 500 KW.

Il risultato viene riportato nella carta sottostante dove si notano le celle maggiormente produttive.



Carta 43– Energia elettrica producibile annualmente, elaborazione propria

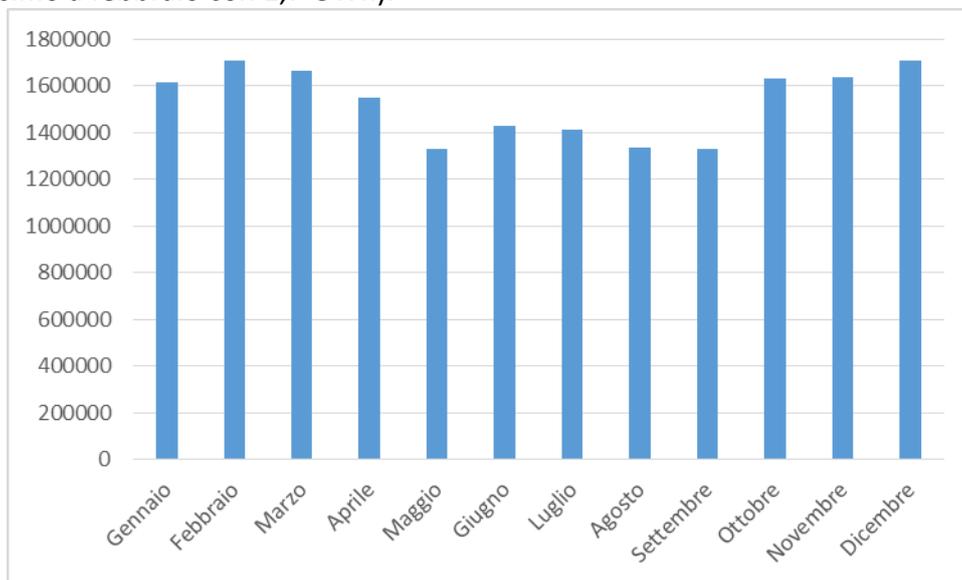
L'energia elettrica producibile annualmente dal vento nel pinerolese è quindi pari a 18.342.904 KWh.

Per passare dal dato annuale a quello mensile ci si basa sul dato annuale di produzione di energia eolica che è stato poi distribuito nei vari mesi dell'anno servendosi di un apposito modello. Questa produzione, non può essere ipotizzata costante per tutti i mesi in quanto la velocità media del vento varia da stagione a stagione. Questa quindi è la variabile individuata sulla quale si andrà a distribuire la produzione annua nei vari mesi e questo dato può essere ricavato dalle stazioni meteo di Arpa Piemonte [13] presenti nel pinerolese; in particolare si è individuata la stazione meteorologiche più prossima alle aree individuate come sfruttabili per l'eolico ovvero la stazione del monte Fraiteve oltretutto posta a 2701 metri s. l. m. ovvero in quelle aree, corrispondenti alle creste delle montagne, che sono state individuate come maggiormente produttive. Si è quindi ricavato il valore medio mensile di velocità del vento utilizzando i dati osservati dal 1990 al 2018. La velocità media del vento è stata poi trasformata in un valore percentuale per i vari mesi attraverso il quale si è distribuita la produzione di energia elettrica annuale da eolico del territorio analizzato.

Stazione meteo MONTE FRAITEVE	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Velocità media del vento ( m/s)	5.5	5.8	5.7	5.3	4.6	4.9	4.8	4.6	4.5	5.6	5.6	5.8
%	8.8	9.3	9.1	8.5	7.3	7.8	7.7	7.3	7.2	8.9	8.9	9.3
Energia elettrica producibile [KWh]	1616744	1705577	1664296	1550904	1331437	1428978	1412226	1332073	1328510.3	1628937	1638691.2	1704531

Tabella 37– Velocità media del vento, profilo percentuale e producibilità mensile di en. Elettrica (elaborazione propria)

Di seguito viene quindi riportato in un grafico l'andamento della producibilità di energia elettrica da eolico su base mensile; si nota che la produzione è minore nei mesi compresi tra maggio e settembre (valore minore a settembre con 1,3 GWh) mentre raggiunge i valori massimi nei mesi invernali (valore massimo a febbraio con 1,7 GWh).



*Immagine 75 – Producibilità mensile di energia elettrica da fonte eolica [KWh]  
(Elaborazione propria)*

#### 2.5.4 Energia producibile dal sole

L'obiettivo è valutare l'energia producibile con il fotovoltaico nel territorio della futura comunità energetica. In particolare questa analisi punta ad individuare l'energia potenzialmente producibile sui tetti degli edifici del pinerolese. I passaggi compiuti sono i seguenti:

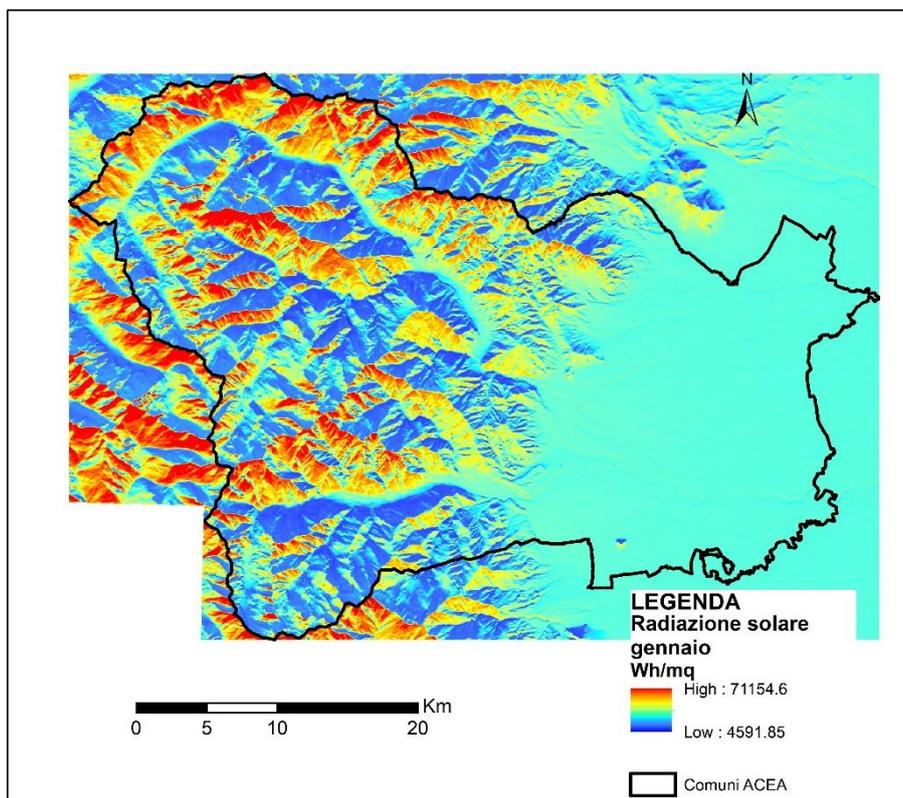
- Calcolo della radiazione solare
- Calcolo del potenziale fotovoltaico

##### *Calcolo della radiazione solare*

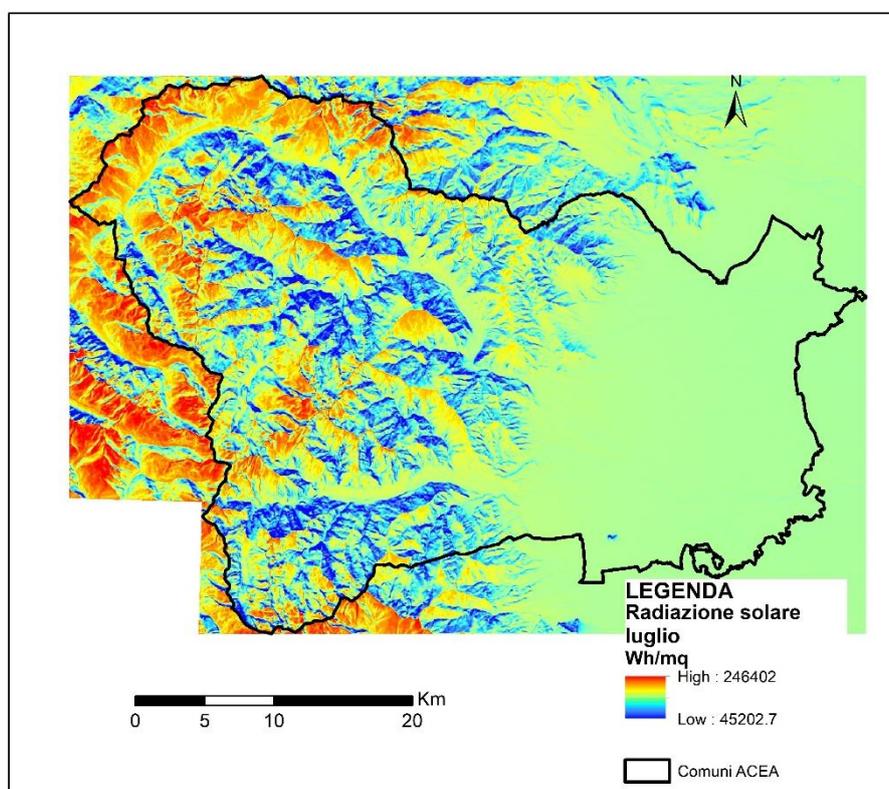
Il calcolo della radiazione solare è stato effettuato tramite il software ArcGIS. Si è quindi caricato sul software il file ascii del Piemonte; tale file utilizza un sistema di codifica binario che viene utilizzato prevalentemente come formato di scambio o di esportazione. Tale file è poi stato convertito in DTM (Digital Terrain Model) cioè un file raster dove ad ogni cella corrisponde il valore di quota sul livello del mare. Tale DTM ha un dettaglio di 50 metri x 50 metri. Per individuare la radiazione solare viene usato il Tool di ArcGIS "Area solar radiation" che calcola l'irradiazione incidente sulla superficie orizzontale e quindi non tiene conto della componente riflessa per il calcolo dell'irradiazione solare totale. Pertanto, l'irradiazione solare totale viene calcolata come somma di radiazione diretta e diffusa tenendo conto della topografia del territorio.

Lo strumento ArcGIS utilizza modelli di calcolo per calcolare l'irradiazione solare in una specifica località i quali si basano sulla costruzione di tre mappe: la mappa "Viewshed", una "SunMap" e una "SkyMap". Il Viewshed consiste in un'analisi che viene effettuata per ogni posizione del DTM che definisce l'ostruzione del cielo dovuta alla morfologia del territorio naturale. Il calcolo viene effettuato per tutte le direzioni intorno al punto di interesse, determinando per ogni direzione l'angolo "di volta celeste ostruita", detto anche angolo di orizzonte efficace. La SunMap usa lo stesso sistema di coordinate emisferiche del Viewshed. Si tratta di una rappresentazione che definisce la posizione apparente del sole così come varia nel tempo, in un certo luogo. La SkyMap calcola la componente di radiazione diffusa in un punto; si tratta di una mappa della volta celeste che rappresenta la visione semisferica dell'intero cielo diviso in settori definiti dagli angoli Azimut e Zenit. Il software sovrappone quindi il Viewshed alla SunMap per stimare l'irradiazione diretta e alla SkyMap per stimare quella diffusa. Il processo viene ripetuto per ogni cella, ottenendo una mappa di irradiazione solare, cioè un file raster, dove ad ogni cella è assegnato il valore di irradiazione solare sulla superficie orizzontale in Wh/m<sup>2</sup>. Il primo risultato ottenuto sono dodici file raster solar di tutto il pinerolese, uno per ciascuno dei dodici mesi dell'anno.

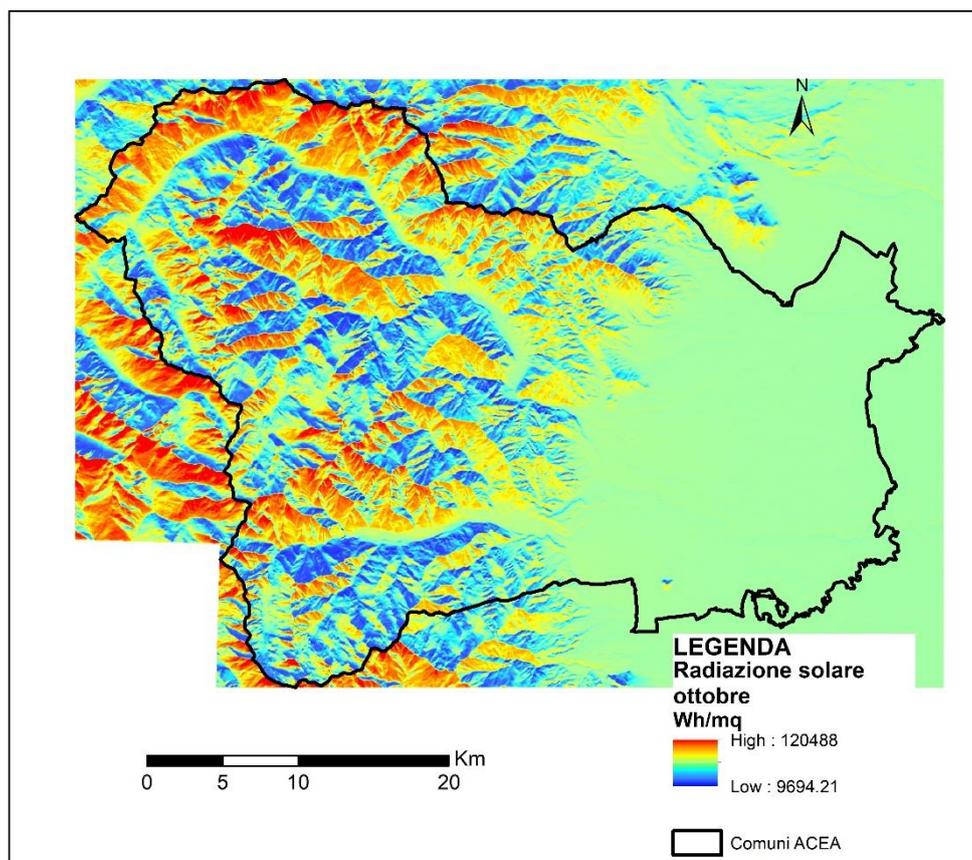
Si riportano le carte sulla radiazione solare per alcuni mesi ritenuti significativi per trarne delle considerazioni.



*Carta 44 – Radiazione solare gennaio. (Elaborazione propria)*



*Carta 45 – Radiazione solare luglio. (Elaborazione propria)*



*Carta 46 – Radiazione solare ottobre. (Elaborazione propria)*

Tutte e tre le carte evidenziano che nel pinerolese i valori della radiazione solare variano in base all'orografia del terreno. Si notano infatti valori simili nelle aree di pianura mentre nelle aree montane è presente una forte variabilità a seconda di versanti esposti a Sud, dove i valori di radiazione solare sono maggiori rispetto a quelli in pianura, e invece versanti a bacio, dove i valori di radiazione solare sono più bassi anche rispetto a quelli della pianura.

Per quanto riguarda i diversi mesi riportati si nota una variazione degli intervalli dei valori di radiazione solare che sono molto diversi tra le diverse stagioni. Gennaio è il mese caratterizzato dai valori più bassi con un intervallo che va da 4591 a 71154 Wh/mq mentre luglio presenta i valori più elevati con un intervallo che va da 45202 a 246402 Wh/mq, infine, ottobre ha un intervallo che varia tra 9694 e 120488 Wh/mq.

L'ultimo passaggio di questa fase del lavoro ha portato alla conversione dei file raster dei dodici mesi in shapefile puntuali che sono poi stati aggregati in un unico shapefile contenente i dati dei dodici mesi.

### *Calcolo del potenziale fotovoltaico*

Prima di passare al calcolo del potenziale fotovoltaico è bene però comprendere il funzionamento di tale tecnologia. Essa si basa sull'installazione di pannelli fotovoltaici, detti anche moduli fotovoltaici, i quali hanno la capacità di convertire direttamente l'energia solare in energia elettrica tramite celle fotovoltaiche. Per mezzo della radiazione solare gli elettroni presenti all'interno dei materiali semiconduttori vengono liberati e, grazie al loro movimento si ha la produzione di energia elettrica, il tutto senza emissioni inquinanti e senza utilizzo di energia fossile.

Attualmente sono presenti sul mercato diverse tecnologie riguardanti la produzione di energia elettrica che si differenziano in base al materiale semiconduttore impiegato all'interno delle celle fotovoltaiche e che quindi porteranno ad una maggiore o minore efficienza a seconda della tecnologia utilizzata. I semiconduttori in questione sono i seguenti:

- Silicio monocristallino con un'efficienza in laboratorio del 23 % e in campo del 15%
- Silicio policristallino con un'efficienza in laboratorio del 17% e in campo del 13%
- Silicio stabilizzato con un'efficienza in laboratorio del 16% e in campo del 6%
- Film sottile è una tecnologia recente costituita da una pellicola racchiusa tra due lastre di vetro che guarda maggiormente al costo di produzione dell'energia e utilizza un prodotto di scarto come il silicio elettrico, garantendo un'efficienza elevata.

Per poter svolgere la seconda fase del lavoro sono stati caricati in ambiente GIS due file vettoriali uno, che rappresenta l'edificato, un altro, denominato "Mosaico dei P.R.G. della Città Metropolitana di Torino", che consiste nella classificazione semplificata delle destinazioni d'uso esistenti e/o previste dai Piani Regolatori dei comuni della Città Metropolitana. In particolare quest'ultimo è stato collegato al file vettoriale dell'edificato ai fini della sua caratterizzazione nelle destinazioni d'uso prevalenti che sono:

- edifici residenziali;
- edifici agricoli;
- edifici ad uso produttivo;
- edifici ad uso terziario;
- edifici per servizi di interesse collettivo.

Successivamente, in quanto si intende calcolare il potenziale fotovoltaico sui tetti degli edifici ai cinque file areali che rappresentano le diverse tipologie di edifici sono stati legati, tramite un "join by location", il file puntuale contenente i dati sull'irraggiamento di tutta la superficie del pinerolese, ricavato dall'ultima elaborazione della prima fase di lavoro.

A questo punto si è calcolata l'energia producibile su ogni edificio su base mensile, per le destinazioni d'uso prevalenti, tramite la formula di seguito riportata:

$$E = PR * H_s * S * \eta$$

**E** = energia elettrica prodotta mensilmente [kWh/mese]

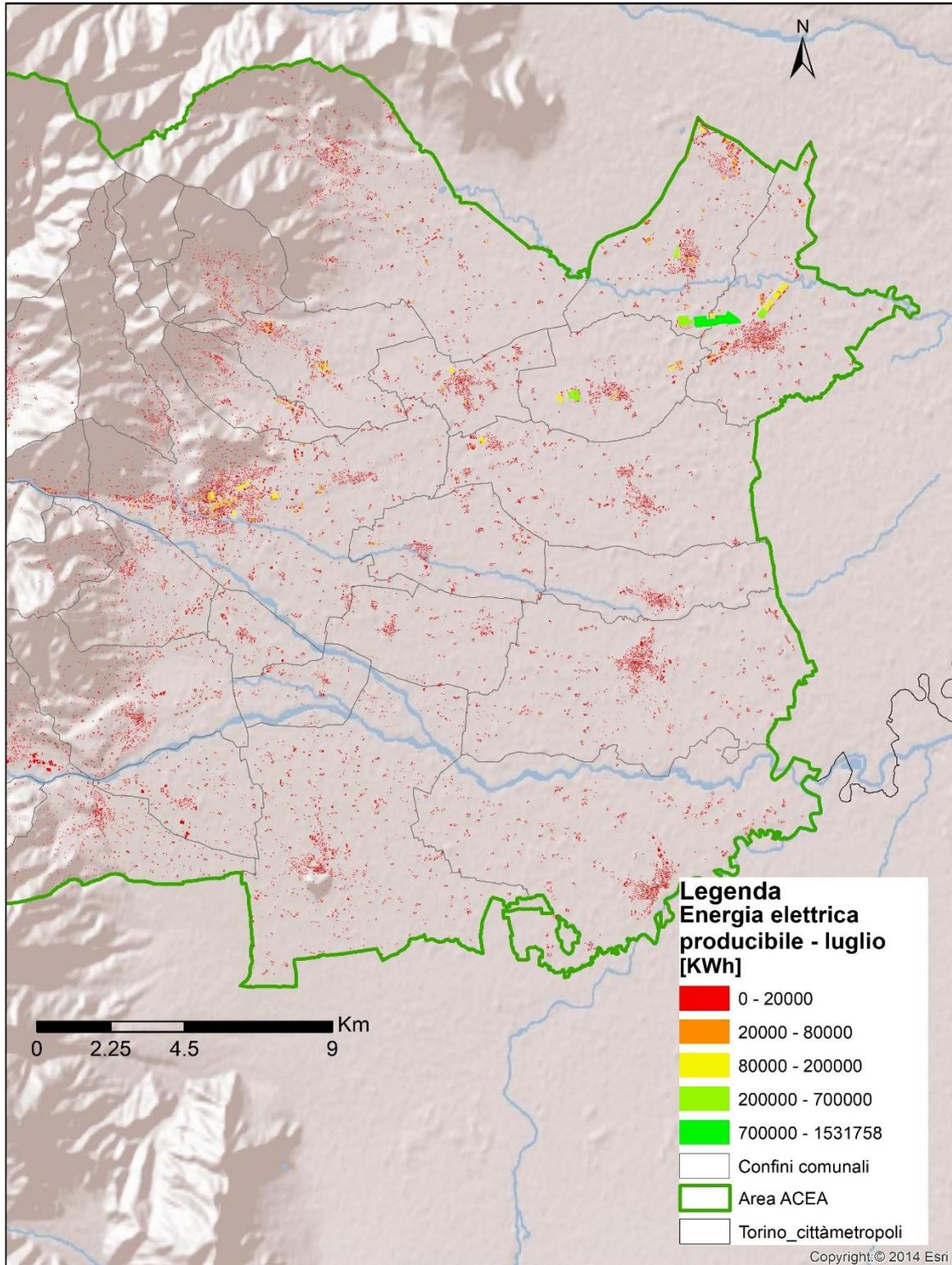
**PR** = indice di performance del sistema ( $\approx 0,75$ )

**H<sub>s</sub>** = irraggiamento solare mensile [kWh/m<sup>2</sup>]

**S** = superficie utile del pannello [m<sup>2</sup>]; pari al 30% della superficie di ogni edificio

**η** = efficienza di conversione ossia il rapporto tra l'energia solare incidente e l'energia prodotta pari a 0.15 per la tecnologia del silicio monocristallino

Si è scelto di calcolare l'energia producibile prendendo in considerazione la tecnologia fotovoltaica al silicio monocristallino che è quella che attualmente assicura il miglior rendimento. Viene di seguito riportata la carta dove viene rappresentata l'energia producibile nel mese di luglio su ogni edificio in una parte del pinerolese. Osservandola si nota che gli edifici che permettono di produrre quantità maggiori di energia sono quelli caratterizzati da una maggiore superficie.



Carta 47 – Energia elettrica producibile per edificio, luglio. (Elaborazione propria)

I dati ricavati da questa elaborazione sono stati raccolti nella tabella di seguito dove sono stati riportati per l'intero territorio pinerolese i valori di energia producibile su base mensile dall'edificato suddiviso nelle destinazioni d'uso residenziali, produttive, agricole, terziario e servizi. Nella tabella seguente viene invece riportato il peso percentuale della produzione di ciascuna destinazione d'uso sul totale degli edifici e si può affermare che gli edifici residenziali sono quelli che permettono di produrre gran parte dell'energia elettrica (47 % circa); ciò è dovuto al fatto che questa è la destinazione d'uso più diffusa nel territorio in analisi. Altre due destinazioni d'uso di peso sono gli edifici in zone agricole e per questi vale lo stesso ragionamento fatto per le residenze: l'elevata produzione deriva da una grande diffusione di questa tipologia di edifici. Un ragionamento diverso vale per gli edifici produttivi che pur essendo meno diffusi nel territorio in analisi sono solitamente caratterizzati da ampie superfici che permettono di produrre importanti quantità di energia. Per questo motivo per implementare velocemente la produzione di energia elettrica da fotovoltaico si potrebbe insistere sugli edifici produttivi che sono minori come numero e quindi più velocemente coinvolgibili nella comunità energetica e caratterizzati da ampi tetti che possono ospitare impianti fotovoltaici caratterizzati da un'elevata potenza.

	ENERGIA ELETTRICA PRODUCIBILE [kWh]					
	Edifici per servizi	Edifici produttivi	Edifici agricoli	Edifici terziario	Edifici residenziali	EDIFICI TOTALI
<b>Gennaio</b>	741735.49	2194783.78	4329355.96	186179.65	6353458.62	13805513.5
<b>Febbraio</b>	1337241.86	3979361.72	7736424.48	336947.54	11385032.61	24775008.21
<b>Marzo</b>	1912091.9	6414923.14	6882097.21	653378.05	14520486.87	30382977.17
<b>Aprile</b>	2854158.3	9436815.15	10244191.55	968643.19	21515726.63	45019534.82
<b>Maggio</b>	3776870.66	12350158.7	13522144.49	1273558.75	28305932.55	59228665.15
<b>Giugno</b>	3977410.9	12944848.1	14230225.74	1337259.34	29747113.77	62236857.85
<b>Luglio</b>	3941204.31	12857749.14	14104839.54	1327144.37	29507082.94	61738020.3
<b>Agosto</b>	3245430.39	10687813.75	11637142.08	1098736.98	24410124.9	51079248.1
<b>Settembre</b>	2210368.87	7379284.19	7949155.7	754173.99	16752255.29	35045238.04
<b>Ottobre</b>	1191603	4060169.33	4299207.98	406951.12	9115175.77	19073107.2
<b>Novembre</b>	587110.57	2025492.13	2116970.45	197030.03	4536461.59	9463064.77
<b>Dicembre</b>	392485.18	1365735.45	1418492.66	128111.75	3053843.63	6358668.67
<b>ANNO</b>	26167711.43	85697134.58	98470247.84	8668114.76	199202695.2	418205903.8

*Tabella 38 – Energia elettrica producibile per destinazioni d'uso edifici, dettaglio mensile.  
(Elaborazione propria)*

	ENERGIA ELETTRICA PRODUCIBILE					
	Edifici per servizi	Edifici produttivi	Edifici agricoli	Edifici terziario	Edifici residenziali	EDIFICI TOTALI
<b>Peso % su edifici totali</b>	6.26	20.49	23.55	2.07	47.63	100

*Tabella 39 – Energia elettrica producibile, peso percentuale di ciascuna destinazione d'uso  
(Elaborazione propria)*

### 2.5.5 Energia producibile da rifiuti

Secondo il Decreto Ronchi (poi Testo Unico Ambientale D. lgs. 152/2006) le azioni da privilegiare sui rifiuti sono:

- riduzione della quantità di RSU prodotti;
- recupero di materia (riciclaggio);
- recuperi di energia.

Ai fini dello studio sulla comunità energetica del pinerolese il punto analizzato riguarda il recupero di energia. Prima di passare all'individuazione della quantità di energia producibile da rifiuti è bene tenere in considerazione il funzionamento del sistema di gestione dei rifiuti nel territorio in analisi. Il sistema integrato di gestione dei rifiuti nella Città Metropolitana di Torino è caratterizzato da una specifica organizzazione dettata dalla legge regionale n.24/2002 che prevede la separazione delle attività di raccolta, trasporto e conferimento agli impianti (servizi di bacino) dalle attività di realizzazione e gestione degli impianti tecnologici di smaltimento dei rifiuti (servizi di ambito). Il sistema è quindi organizzato su base territoriale e su un doppio livello: nei bacini di gestione dei rifiuti sono organizzati i servizi di bacino; gli stessi bacini sono poi raggruppati nell'ambito territoriale ottimale (ATO) che corrisponde al territorio di ciascuna provincia piemontese nel quale sono organizzati i servizi di ambito. Tutti i quarantasette comuni del pinerolese fanno parte del bacino di gestione dei rifiuti n.12 le cui funzioni di governo sono svolte dal Consorzio di Bacino denominato "Consorzio Pinerolese (ACEA)" che ha affidato la gestione operativa dei servizi alla società partecipata dai comuni stessi "Acea Pinerolese Industriale S.P.A."

Per quanto riguarda la potenziale energia producibile da rifiuti occorre quindi tenere presente che in presenza di questo dettato normativo i rifiuti prodotti nel pinerolese non possono essere smaltiti in loco ma sono invece trattati a livello provinciale.

Ad oggi non è pensabile realizzare un impianto di termovalorizzazione nel pinerolese dati gli elevati costi di realizzazione, i vincoli legislativi appena citati ed essendoci a poca distanza (a Beinasco) un impianto che serve l'intero territorio della Città Metropolitana. Questo studio, però, punta ad individuare tutta l'energia potenzialmente producibile in questo territorio anche in futuro quando magari si potrà produrre energia da rifiuti anche in impianti termovalorizzatori di più piccola dimensione. Lo studio "Energia dai rifiuti"[23] individua per ogni frazione di rifiuto una specifica quantità di energia ottenibile attraverso la termovalorizzazione; escludendo però tutte le frazioni di rifiuti soggette al riciclaggio l'unica dalla quale si potrà recuperare energia perché non riciclabile sono i rifiuti urbani indifferenziati o secco residuo.

Lo studio sulla producibilità di energia da rifiuti è stato organizzato in due fasi: la prima individua la quantità di rifiuti prodotti annualmente nel pinerolese, la seconda mira ad individuare l'energia elettrica e termica producibile annualmente e mensilmente.

#### *Individuazione della quantità di rifiuti prodotti annualmente*

Il sito dell'istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA) nella sezione Catasto rifiuti [24] individua la produzione pro capite annuale di rifiuti in kg per frazione merceologica suddivisa per il Nord, Centro e Sud Italia. Da questo database è possibile quindi ottenere la quantità di rifiuti indifferenziati annualmente prodotti in un determinato territorio semplicemente moltiplicando la quantità pro capite per il numero di abitanti.

Nel caso in analisi sono stati utilizzati dei dati più precisi basandosi direttamente sui dati resi noti dal Consorzio Pinerolese [25] che nel 2018 ha raccolto e smaltito 31.491.570 kg di rifiuti urbani indifferenziati.

Questa frazione è quella utilizzabile per recuperare energia attraverso la termovalorizzazione.

### *Energia elettrica e termica producibili annualmente*

Per poter calcolare l'energia producibile da rifiuti ci si è basati sullo studio prima citato "Energia dai rifiuti" che ha permesso di identificare il potere calorifico dei rifiuti indifferenziati che è uguale a 1,67 [kWh/kg] e sullo studio dell'Università di Parma [26] che ha individuato un valore di rendimento medio per i termovalorizzatori pari al 26% in produzione elettrica e pari al 58% in produzione di calore.

Il calcolo dell'energia termica prodotta annualmente si basa quindi sulla formula seguente:

$$ET = m * H * \eta_{th}$$

m= rifiuti indifferenziati prodotti annualmente [kg]

H = potere calorifico inferiore [kWh/kg] (1,67)

$\eta_{th}$  = rendimento termico dell'impianto (58 %)

In conclusione si arriva al calcolo dell'energia elettrica che si potrebbe produrre in un anno tramite la seguente formula:

$$Eel = m * H * \eta_{el}$$

$\eta_{el}$  = rendimento elettrico dell'impianto (26 %)

Di seguito viene riportata la tabella contenente i risultati dei calcoli effettuati.

<b>Tipologia rifiuto</b>	<b>Quantità annua raccolta [kg]</b>	<b>Et [KWh]</b>	<b>Eel [KWh]</b>
Rifiuti urbani indifferenziati	31491570	30502735	13673640

*Tabella 40- Energia producibile da rifiuti (elaborazione propria)*

Annualmente la produzione di energia termica da rifiuti indifferenziati sarebbe pari a 30.502.735 KWh mentre quella elettrica sarebbe pari a 13.673.640 KWh. Ipotizzando una produzione mensile di rifiuti costante nel territorio in analisi si produrrebbero al mese 2.541.895 KWh di energia termica mentre 1.139.470 KWh di energia elettrica.

## 2.6 L'energia producibile complessivamente e il confronto con quella attualmente prodotta

### Energia elettrica

In questo paragrafo viene dapprima riepilogata l'energia producibile dalle varie FER su base annuale e mensile; di seguito questa viene confrontata con l'energia attualmente prodotta nel pinerolese per capire quelle fonti sulle quali la comunità energetica dovrà puntare prioritariamente dato l'elevato potenziale.

La tabella di seguito riportata mostra l'energia potenzialmente producibile da FER su base annuale e mensile; da notare che per l'energia producibile da biomassa forestale, agricola e da rifiuti il dato di produzione mensile è costante mentre questo invece varia per la produzione da fotovoltaico e dal vento in quanto risorse non costanti durante l'anno.

Energia elettrica producibile [KWh]					
	FV	Biomassa forestale	Biomassa agricola	Vento	Rifiuti
<b>Gennaio</b>	13805514	2657929	994692	1616744	1139470
<b>Febbraio</b>	24775008	2657929	994692	1705577	1139470
<b>Marzo</b>	30382977	2657929	994692	1664296	1139470
<b>Aprile</b>	45019535	2657929	994692	1550904	1139470
<b>Maggio</b>	59228665	2657929	994692	1331437	1139470
<b>Giugno</b>	62236858	2657929	994692	1428978	1139470
<b>Luglio</b>	61738020	2657929	994692	1412226	1139470
<b>Agosto</b>	51079248	2657929	994692	1332073	1139470
<b>Settembre</b>	35045238	2657929	994692	1328510	1139470
<b>Ottobre</b>	19073107	2657929	994692	1628937	1139470
<b>Novembre</b>	9463065	2657929	994692	1638691	1139470
<b>Dicembre</b>	6358669	2657929	994692	1704531	1139470
<b>ANNO</b>	418205904	31895143	11936300	18342904	13673640

Tabella 41 – Energia elettrica producibile da FER, dettaglio mensile. (Elaborazione propria)

Il grafico a torta di seguito riportato mostra la producibilità dalle diverse FER su base annua in termini percentuali; l'energia elettrica che si potrebbe produrre da fotovoltaico pesa per ben l'84.6 % sul totale, l'altra fonte con un peso percentuale non trascurabile è la biomassa forestale (6.5 %).

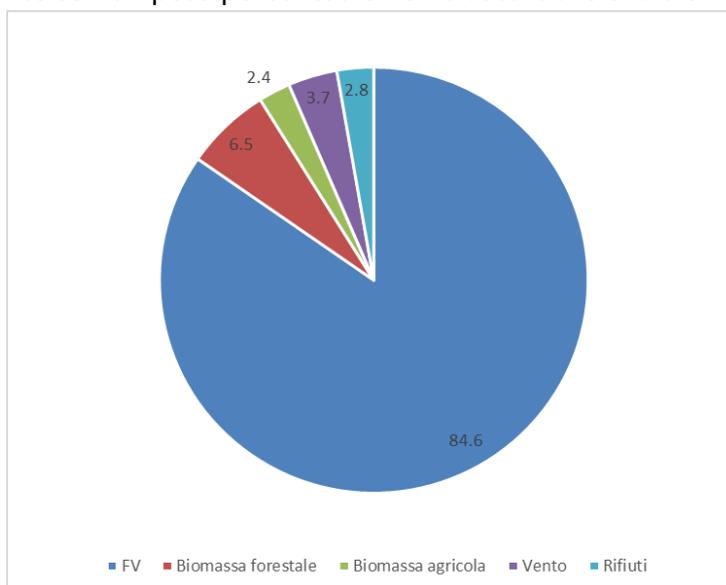


Immagine 76 – Energia elettrica producibile da FER annualmente, peso percentuale (Elaborazione propria)

Il grafico di seguito riportato mostra la producibilità dalle diverse FER nei vari mesi dell'anno in valori assoluti [KWh]; l'andamento della produzione nei vari mesi deriva principalmente dalla produzione da fotovoltaico che come appena visto ha un peso importante sul totale della producibilità da FER. La minore producibilità complessiva da FER riguarda i mesi tra l'autunno e l'inverno (produzione minima a dicembre pari a 12.9 GWh), la producibilità massima si tocca nel mese di giugno raggiungendo i 68.5 GWh.

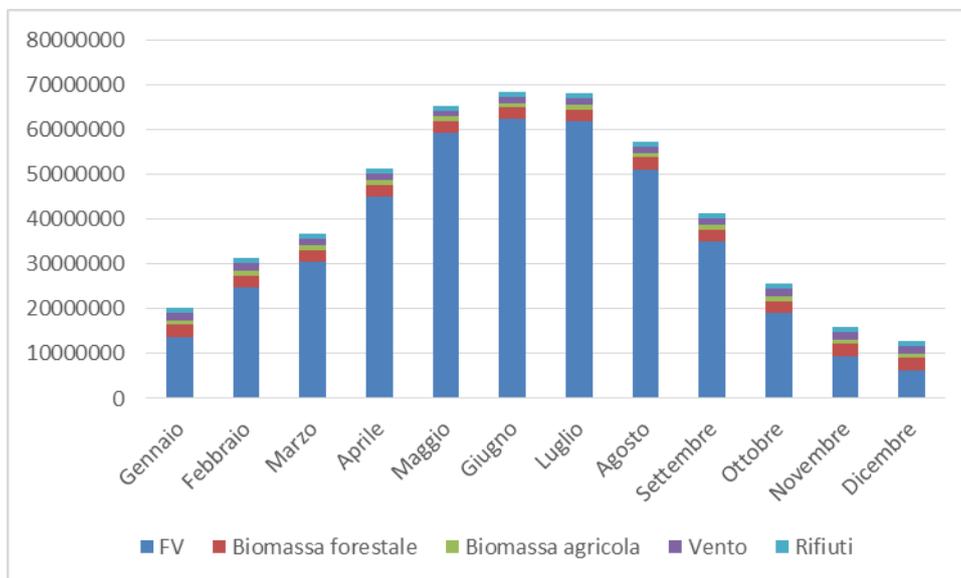


Immagine 77 – Energia elettrica producibile da FER mensilmente [KWh], valori assoluti (Elaborazione propria)

A questo punto appare opportuno confrontare l'energia producibile con l'energia attualmente prodotta nel pinerolese per capire quelle fonti sulle quali la comunità energetica dovrà puntare prioritariamente dato l'elevato potenziale inutilizzato. I dati riguardanti l'energia elettrica prodotta nel pinerolese derivano dall'analisi della produzione di energia condotta nel precedente capitolo. Per quanto riguarda il dato relativo all'energia elettrica prodotta da biomassa forestale si è deciso di selezionare dalla produzione da biomassa totale il solo dato relativo alla centrale a biomasse di Luserna San Giovanni in quanto tra le tre presenti nel territorio considerato è l'unica posta in zona montana che utilizza come combustibile il cippato di derivazione forestale.

Osservando i dati in tabella si nota che rispetto alla potenziale energia elettrica producibile da fotovoltaico attualmente quella prodotta è solo pari al 14 %, ampi sono quindi i margini di miglioramento e la comunità energetica dovrà puntare sicuramente su questa fonte di energia. Per quanto riguarda la fonte biomassa forestale circa il 50% del potenziale è già sfruttato; anche in questo caso quindi, è possibile implementare la produzione di energia da tale fonte. Le fonti biomassa agricola e vento, invece, ad oggi non sono sfruttate per niente nel pinerolese e quindi anche su queste potrà puntare la comunità energetica.

	Energia elettrica producibile [KWh]	Energia elettrica prodotta [KWh]	
	Anno	Anno	% rispetto alla producibilità
<b>FV</b>	418.205.904	58.636.591	14.0
<b>Biomassa forestale</b>	31.895.143	15.984.000	50.1
<b>Biomassa agricola</b>	11.936.299	0	0.0
<b>Vento</b>	18.342.904	0	0.0
<b>Rifiuti</b>	13.673.640	0	0.0

Tabella 42 – Confronto tra energia elettrica producibile da FER ed energia prodotta annualmente, (Elaborazione propria)

### Energia termica

In questo paragrafo viene invece riepilogata l'energia termica producibile dalle varie FER su base annuale; di seguito questa viene confrontata con l'energia attualmente prodotta nel pinerolese per capire quelle fonti sulle quali la comunità energetica dovrà puntare prioritariamente dato l'elevato potenziale. Non è stato possibile individuare la producibilità di calore su base mensile in quanto questa varierà in base alla zona climatica in cui saranno localizzati i futuri impianti come visto nel paragrafo 2.4.2. relativo alla produzione di energia termica da FER.

Il grafico a torta di seguito riportato mostra la producibilità dalle diverse FER su base annua in termini percentuali; l'energia termica che si potrebbe produrre da biomassa forestale pesa per ben il 62 % sul totale, le altre due fonti ovvero la biomassa agricola ed i rifiuti pesano rispettivamente per il 23.2 e 14.8 %.

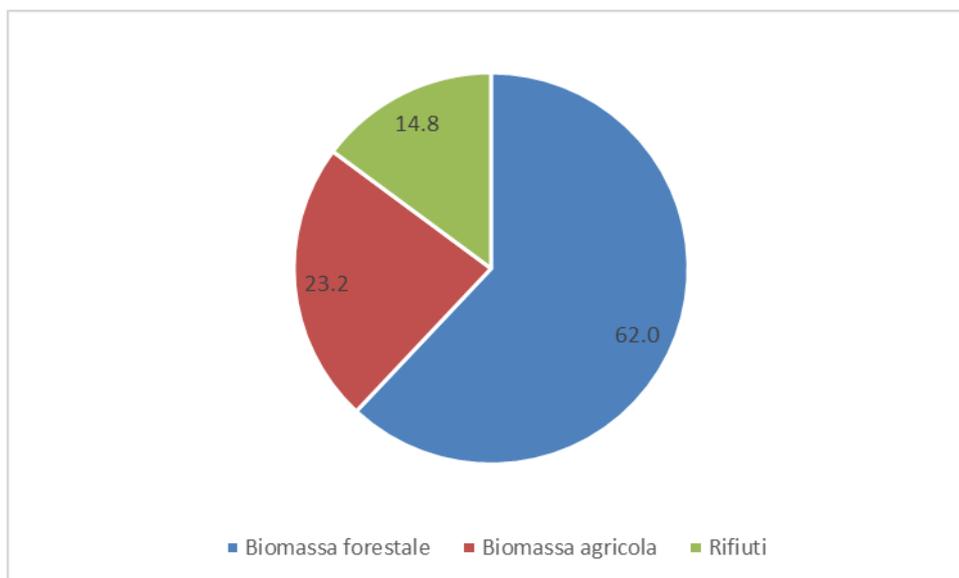


Immagine 78 – Energia elettrica producibile da FER annualmente, peso percentuale (Elaborazione propria)

A questo punto appare opportuno confrontare l'energia producibile con l'energia attualmente prodotta nel pinerolese per capire quelle fonti sulle quali la comunità energetica dovrà puntare prioritariamente dato l'elevato potenziale inutilizzato. I dati riguardanti l'energia termica prodotta

nel pinerolese derivano dall'analisi della produzione di energia condotta nel precedente capitolo. Osservando i dati in tabella si nota che l'unica fonte attualmente sfruttata tra quelle per cui si è valutata la producibilità per produrre calore è la biomassa forestale che però viene sfruttata solo in una quota pari al 22,6%, ampi sono quindi i margini di miglioramento e su questa fonte potrà puntare la comunità energetica per implementare la quota di calore prodotto da FER. Le fonti biomassa agricola e rifiuti invece, ad oggi, non sono sfruttate per niente nel pinerolese e se la seconda appare ancora complicata da sfruttare nel breve/medio termine vista la presenza del termovalorizzatore di Beinasco la prima invece sarà una fonte su cui puntare.

	<b>Energia termica producibile [KWh]</b>	<b>Energia termica prodotta [KWh]</b>	
	<b>Anno</b>	<b>Anno</b>	<b>% rispetto alla producibilità</b>
<b>Biomassa forestale</b>	127580538	28.872.860	22.6
<b>Biomassa agricola</b>	47745199	0	0.0
<b>Rifiuti</b>	30502735	0	0.0

*Tabella 43 – Confronto tra energia termica producibile da FER ed energia prodotta annualmente,  
(Elaborazione propria)*

## 2.7 Barriere e opportunità per la comunità energetica del Pinerolese

### 2.7.1 Limiti/ barriere allo sviluppo delle fonti rinnovabili nel territorio in analisi

In questo paragrafo vengono individuate le principali barriere ed opportunità relativi alle diverse fonti rinnovabili che derivano da vincoli legislativi; si è deciso di analizzare tali vincoli in quanto la comunità energetica avrà come obiettivo primario quello di implementare la quota di energia prodotta localmente e quindi agirà promuovendo e/o coordinando iniziative volte alla realizzazione di nuovi impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili.

Per quanto riguarda i vincoli legislativi a livello nazionale con il D.M. del 10/09/2010 [27], pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 219 del 18/09/2010, sono state emanate le “Linee guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”. Le stesse sono entrate in vigore il 3/10/2010, e da questo momento, le Regioni sono state messe nelle condizioni di adottare i provvedimenti necessari a tutelare i territori di pregio, evitando la compromissione delle loro caratteristiche peculiari, tra le quali, quelle paesaggistiche, ambientali, naturalistiche ed agricole. In particolare il paragrafo 17 del D.M. 10/09/2010 recita: *“al fine di accelerare l’iter di autorizzazione alla costruzione e all’esercizio degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, in attuazione delle disposizioni delle presenti linee guida, le Regioni e le Province autonome possono procedere alla indicazione di aree e siti non idonei alla installazione di specifiche tipologie di impianti...”*. La Regione Piemonte sulla base di un approfondito studio ha quindi individuato i siti non idonei all’installazione e all’esercizio di impianti per la produzione di energia elettrica alimentati da fonte eolica, idraulica, fotovoltaica, nonché per gli impianti alimentati dalle biomasse. In particolare i riferimenti sono la D.G.R. n. 3-1183 del 14/12/2010 [28] che individua aree e i siti non idonei all’installazione di impianti fotovoltaici a terra e la D.G.R. n. 6-3315 del 30/01/2012 [29] che individua aree e siti non idonei all’installazione ed esercizio di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da biomassa. Data la conformazione morfologica del territorio Pinerolese che comprende aree montuose, collinari e pianeggianti le fonti rinnovabili che il territorio già in parte sfrutta e che potrà utilizzare in futuro sono:

- solare fotovoltaico
- energia idroelettrica
- energia elettrica da biomassa solida e biogas
- energia eolica

Per ognuna di queste fonti in un primo paragrafo denominato *Vincoli legislativi* verranno individuati i principali vincoli legislativi riguardanti il territorio pinerolese e inseriti su un’apposita cartografia mentre nel secondo, *Vincoli legislativi come barriere o opportunità per la comunità energetica*, si farà una valutazione su come tali vincoli possano costituire un ostacolo o un’opportunità per lo sviluppo della comunità energetica del pinerolese; in particolare si valuterà se questi vincoli possano modificare la producibilità di energia già valutata precedentemente per le diverse fonti.

## Solare fotovoltaico

### *Vincoli legislativi*

La Regione Piemonte attraverso il Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR) a titolo di indirizzi privilegia lo sviluppo della produzione elettrica da fonte solare mediante impianti localizzati sui tetti degli edifici e sulle coperture di strutture produttive e terziarie (ad es. le strutture della grande distribuzione commerciale), il PEAR afferma quindi la preferenza per gli impianti che non comportano consumo di suolo, ad eccezione di quelli che prevedano il riutilizzo di aree almeno temporalmente gravate da vincoli di destinazione, quali ad esempio le discariche di rifiuti in fase di gestione post mortem, nonché per gli impianti realizzati sui tetti e sulle coperture accompagnati da azioni di bonifica rispetto alla presenza di amianto.

Per quanto riguarda l'installazione di un impianto fotovoltaico sul tetto se questo ha una potenza inferiore ai 20 kW e l'edificio non è sito in centro storico basta una semplice dichiarazione di inizio attività (D.I.A.) all'autorità comunale, se invece, l'impianto in progetto ha una potenza superiore ai 20 kW o è localizzato in centro storico o altre zone di interesse paesaggistico è necessaria l'autorizzazione della Soprintendenza. Di solito nelle zone di interesse paesaggistico viene richiesto che l'impatto visivo sia nullo e la perfetta integrazione architettonica; oggi ciò non costituisce un particolare ostacolo in quanto esistono diversi modelli di moduli fotovoltaici anche integrati all'interno delle tegole che garantiscono un impatto visivo nullo.

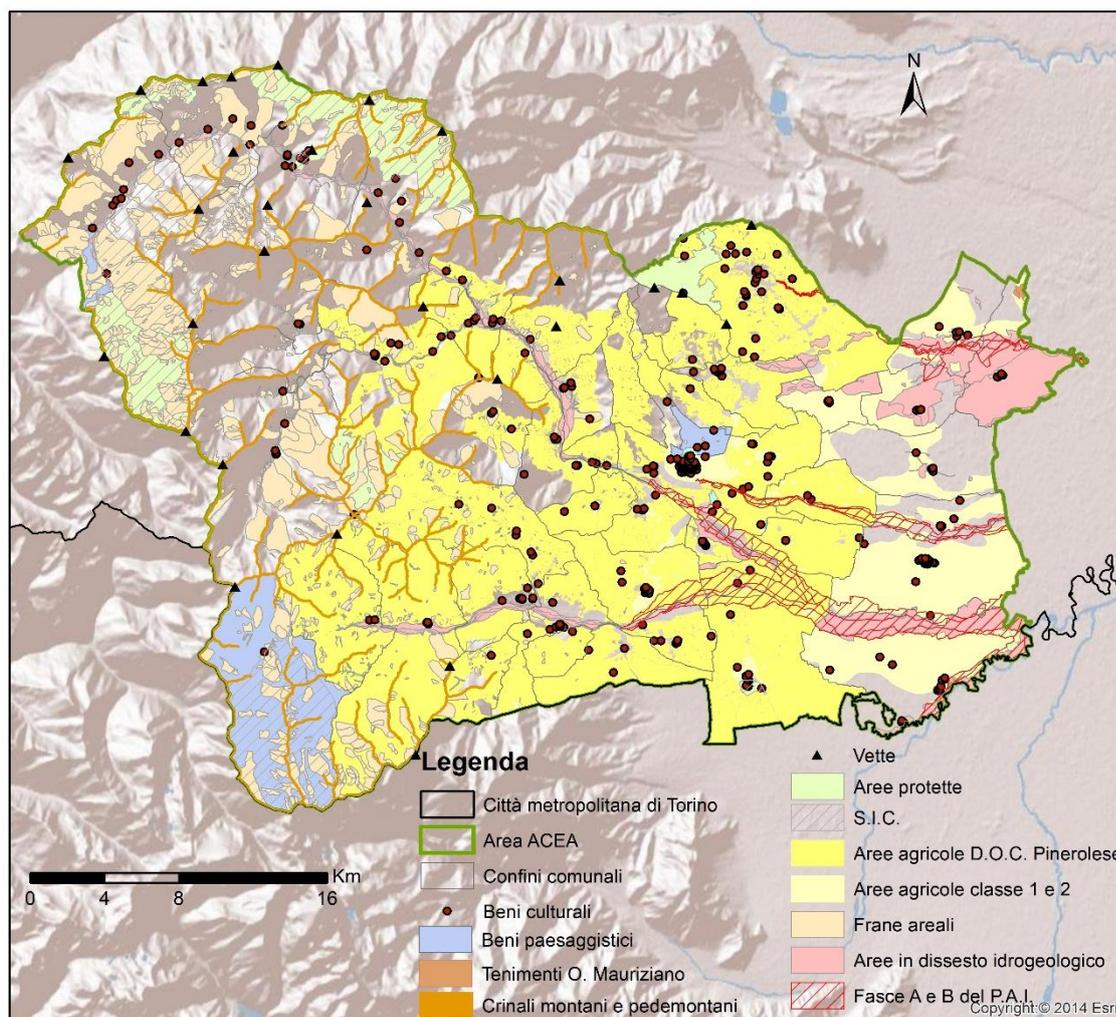
Invece per gli impianti a terra con la deliberazione n. 3-1183 del 14/12/2010 la Giunta regionale ha selezionato come non idonei i siti e le aree seguenti:

- 1- Aree sottoposte a tutela del paesaggio e del patrimonio storico, artistico e culturale
  - 1.1. Siti inseriti nel patrimonio mondiale dell'UNESCO
  - 1.2. Beni culturali
  - 1.3. Beni paesaggistici
  - 1.4. Vette e crinali montani e pedemontani
  - 1.5. Tenimenti dell'Ordine Mauriziano
- 2- Aree protette  
Aree protette nazionali di cui alla Legge 394/1991 [30] e Aree protette regionali di cui alla L.R. 12/1990 [31] e alla L.R. 19/2009 [32], siti di importanza comunitaria nell'ambito della Rete Natura 2000
- 3- Aree agricole
  - 3.1 Terreni classificati dai PRGC vigenti a destinazione d'uso agricola e naturale ricadenti nella prima e seconda classe di capacità d'uso del suolo
  - 3.2. Aree agricole destinate alla produzione di prodotti D.O.C.G. e D.O.C.
  - 3.3. Terreni agricoli irrigati con impianti irrigui a basso consumo idrico realizzati con finanziamento pubblico
- 4- Aree in dissesto idraulico e idrogeologico

Osservando la carta sotto riportata per quanto riguarda il punto 1 dell'elenco sopra citato nel pinerolese non sono presenti siti patrimonio dell'UNESCO, sono invece presenti alcuni beni culturali puntuali e beni paesaggistici in particolare l'area della collina di Pinerolo, il parco e la villa del Torrione sempre a Pinerolo e il parco del castello di Miradolo nel comune di San Secondo. Altre due zone tutelate sono la Val Troncea presso il Comune di Pragelato e un'ampia zona del comune di Bobbio Pellice. Sono invece presenti numerose vette e crinali montani e pedemontani attorno ai quali è stato realizzato un buffer di 50 m in quanto zona non idonea. Sono presenti alcuni tenimenti dell'Ordine Mauriziano nel comune di Villafranca e di None.

Per quanto concerne il punto 2 si segnala la presenza del Parco Regionale della Val Troncea nel comune di Pragelato, il Parco Regionale Orsiera Rocciavrè nei comuni di Usseaux, Fenestrelle e Roure, il Parco Regionale del Gran Bosco di Salbertrand nei comuni di Usseaux e Pragelato. Il Parco Provinciale del Monte Tre Denti-Freidour si trova nel comune di Cumiana, il Parco Provinciale di Conca Cialancia nel comune di Perrero e il Parco Provinciale della Rocca di Cavour nell'omonimo comune. Nel comune di Villafranca troviamo la Zona di Salvaguardia della fascia fluviale del Po. Sono presenti alcuni Siti di Importanza Comunitaria che nella maggior parte dei casi sono sovrapposti alle aree parco ad eccezione del SIC Val Troncea che ricopre un'area molto più ampia dell'omonimo parco interessando i comuni di Pragelato, Usseaux, Fenestrelle e Massello. Il punto 3 riguardante le aree agricole si distingue nei terreni ricadenti in prima e seconda classe di capacità d'uso del suolo che riguardano parti consistenti di tutti i comuni di pianura del pinerolese; sono poi presenti aree agricole destinate alla produzione del vino D.O.C. Pinerolese che riguardano tutti i comuni collinari del pinerolese.

L'ultimo punto riguardante le aree in dissesto idraulico e idrogeologico sono costituite da zone interessate da frane localizzate nelle aree montane e collinari del Pinerolese, sono poi presenti una serie di aree in dissesto idraulico e interessate dalle fasce A e B del PAI lungo le aste dei principali corpi idrici del Pinerolese e quindi i Torrenti Pellice, Chisone, Lemina, Chisola e il fiume Po.



Carta 48– Aree inidonee per impianti fotovoltaici a terra, elaborazione propria

### *Vincoli legislativi come barriere o opportunità per la comunità energetica*

Analizzando i vincoli riguardanti l'installazione di impianti fotovoltaici a terra non si può affermare che questi possano costituire una barriera alla nascente comunità energetica in quanto basterà sfruttare le ampie superfici dei tetti degli edifici per aumentare la produzione di energia che oltretutto potrà essere utilizzata direttamente dagli edifici sui quali si troveranno aumentando la quota di autoconsumo e limitando i costi di trasporto dell'energia. Per il territorio Pinerolese un'opportunità potrebbe derivare dalla presenza della discarica oramai esaurita nel territorio di Pinerolo in località Torrione che potrebbe essere sfruttata per l'installazione di un grande impianto fotovoltaico di proprietà della comunità energetica seguendo gli indirizzi del PEAR. La producibilità da fotovoltaico valutata in precedenza non viene modificata in quanto non ci sono vincoli riguardanti il fotovoltaico installato sui tetti degli edifici.

### Energia idroelettrica

#### *Vincoli legislativi*

Il già citato PEAR della Regione Piemonte detta degli indirizzi rivolti alle nuove progettualità legate al comparto idroelettrico. Per quanto concerne la nuova progettualità di impianti idroelettrici in Piemonte valgono i seguenti indirizzi di Piano:

- sono da considerarsi impianti "a rilevanza energetica elevata" tutti i nuovi impianti che siano contraddistinti da una producibilità annua pari o superiore a 8 GWh;
- sono da considerarsi impianti "a rilevanza energetica media" tutti i nuovi impianti che siano contraddistinti da una producibilità annua compresa tra 1,5 GWh e 8 GWh;
- sono da considerarsi impianti "a rilevanza energetica bassa" tutti i nuovi impianti che siano contraddistinti da una producibilità annua inferiore a 1,5 GWh.

Il Piano individua per ognuna di queste categorie diverse modalità di facilitazione/incentivazione. Per i nuovi impianti "a rilevanza energetica elevata" il PEAR prevede venga proposta, nell'ambito della pianificazione di Distretto, l'applicazione del regime di deroga ai sensi dell'art. 4.7, lett. c) della Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro sulle Acque – DQA23). Sono escluse dalla deroga le aree inidonee dopo specificate. Per i nuovi impianti "a rilevanza energetica media" il Piano conferma l'interesse della Regione per tale fascia di producibilità energetica, pur prevedendo una valutazione di fattibilità dei singoli progetti secondo la metodologia ERA definita dalla Direttiva derivazioni. Per i nuovi impianti "a rilevanza energetica bassa" il Piano sottolinea la mancanza dell'interesse strategico della Regione, a meno della presenza di particolari condizioni di rilevanza di carattere locale, quali particolari esigenze di auto-produzione in zone non servite adeguatamente dalle reti, che dovranno essere adeguatamente motivate e saranno valutate caso per caso.

Infine il Piano considera di interesse energetico lo sfruttamento a fini idroelettrici della potenzialità residuale (circa 5-8 MW di potenza media nominale) ancora presente nella rete dei canali irrigui della regione nonché nella rete degli acquedotti montani.

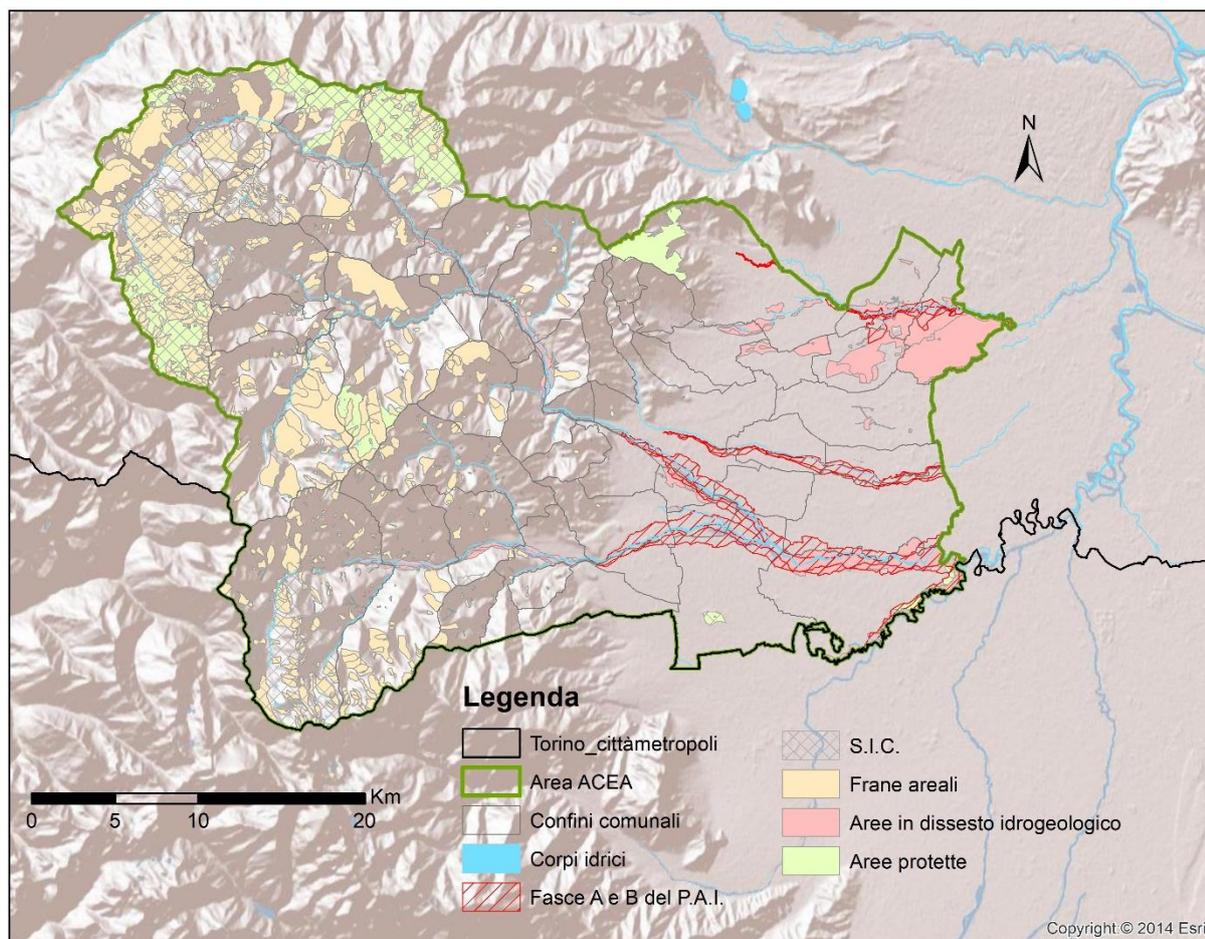
Sono stati individuati dal PEAR come non idonei all'installazione e all'esercizio di impianti per la produzione di energia elettrica alimentati dalla fonte idraulica i siti e le aree di seguito riportati:

- gli 11 corpi idrici contenenti i "Siti di riferimento", ai sensi del D.Lgs. 152/2006;
- i corpi idrici superficiali in stato ecologico "elevato" riportati nel Piano di Gestione del Distretto idrografico del Fiume Po (PdG Po) [33] predisposto ai sensi D.Lgs. 152/2006;
- le "Aree ad elevata protezione" individuate nell'ambito del Piano di Tutela delle Acque della Regione Piemonte (PTA) [34];

- i tratti di corsi d'acqua destinati a specifici obiettivi funzionali di Sport d'acqua viva individuati nel PTA;
- Aree interessate da fenomeni di dissesto quali frane (Fa, Fq), conoidi (Ca, Cp) e valanghe (Ve), evitando, nelle aree a pericolosità di esondazione Ee l'ubicazione delle centraline.
- i bacini idrografici di estensione inferiore a 10 km<sup>2</sup>, caratterizzati da sezione di chiusura posta a quota superiore a 300 m s.l.m.;
- le acque designate "non captabili" dagli Enti di gestione delle Aree protette ai sensi dell'art. 164 del D.Lgs. 152/2006 (Disciplina delle acque nelle aree protette);
- i corpi idrici che interessano i Siti della Rete Natura 2000 dove sono presenti habitat o specie per i quali Le Misure di Conservazione Sito Specifiche o i Piani di Gestione prevedono la limitazione alla realizzazione di nuove captazioni e derivazioni idriche.

Nella carta sotto riportata è possibile osservare che il territorio pinerolese non è attraversato da nessuno degli 11 corpi idrici contenenti "Siti di Riferimento", inoltre nessuno dei corpi idrici che lo caratterizzano è in stato ecologico elevato né fa parte di "Aree ad elevata protezione" o di tratti di corsi d'acqua destinati agli sport di acqua viva. Per quanto riguarda le aree interessate da fenomeni di dissesto e con pericolo di esondazione queste sono state mappate nella cartografia sotto riportata. Il pinerolese non è caratterizzato da bacini idrografici di estensione inferiore a 10 km<sup>2</sup> e caratterizzati da sezione di chiusura posta a quota superiore a 300 m s.l.m. Per quanto riguarda l'eventuale presenza di acque designate "non captabili" dagli Enti di Gestione delle Aree Protette si sono individuate le aree protette che interessano corsi d'acqua nel pinerolese (individuando il comune interessato) e per ognuna di queste si sono individuati gli eventuali vincoli relativi alla captazione:

- Parco Naturale della Val Troncea (comune di Pragelato), il Piano d'Area [35], all'art. 10.1, indica che "eventuali nuove richieste di captazioni vanno comunque vagliate alla luce di uno studio sulla portata e il regime delle sorgenti e dell'idrologia della valle rispetto al suo stato vegetazionale, studio [...] redatto da specialisti del settore (biologi, naturalisti,..)".
- Parco Naturale Orsiera Rocciavrè (comune di Fenestrelle), il Piano d'Area [36], all'art.15, indica che non sono ammessi "l'eventuale creazione di invasi e sbarramenti".
- Riserva Naturale di Salvaguardia della Fascia Fluviale del Po-tratto Cuneese e Riserva Naturale della Confluenza del Pellice (comune di Villafranca Piemonte), in queste due aree non è possibile attuare opere di captazione delle acque in quanto aree ad elevato rischio di esondazione (fascia A e B del PAI). Infine per quanto concerne i corpi idrici che interessano Siti della Rete Natura 2000 con eventuale limitazione alla realizzazione di nuove captazioni si sono individuati i SIC che interessano i corsi d'acqua nel pinerolese (individuando il comune interessato) e per ognuna di questi sono stati indicati gli eventuali vincoli relativi alla captazione:
  - SIC Val Troncea (comune di Pragelato), vedi vincoli del Piano d'Area già descritti;
  - SIC Orsiera Rocciavrè (comune di Fenestrelle), vedi vincoli del Piano d'Area già descritti;
  - SIC Oasi del Pra –Barant (Bobbio Pellice), non è possibile attuare interventi di captazione in quanto aree caratterizzate da frane areali;
  - SIC Stazioni di Myricaria germanica (Bobbio Pellice e Villar Pellice), non è possibile attuare interventi di captazione in quanto aree caratterizzate da dissesti areali;
  - SIC Confluenza Po Pellice (comune di Villafranca Piemonte), vedi vincoli già descritti per la Riserva Naturale della Confluenza del Pellice.



Carta 49– Aree inidonee per impianti idroelettrici, elaborazione propria

*Vincoli legislativi come barriere o opportunità per la comunità energetica*

Analizzando i vincoli riguardanti l'installazione di impianti idroelettrici non si può affermare che questi possano costituire una barriera alla nascente comunità energetica in quanto sono molte le aree fluviali non interessate da vincoli come si può osservare nella carta sopra riportata. Per il territorio Pinerolese un'opportunità potrebbe derivare dallo sfruttamento ai fini idroelettrici della potenzialità residuale (5-8 MW di potenza) presente nella rete di canali irrigui come suggerito dal PEAR stesso.

## Energia elettrica da biomassa solida e biogas

### *Vincoli legislativi*

Gli indirizzi della Regione Piemonte per quanto riguarda i nuovi impianti a biomassa si basano sull'idea di privilegiare le centrali alimentate da biomasse solide solo se in assetto cogenerativo permettendo il riutilizzo del calore generato per processi produttivi o per il riscaldamento. L'idea è proprio quella di non autorizzare più nuove centrali se non in assetto cogenerativo tenendo conto delle esternalità negative derivanti dalle emissioni di inquinanti in atmosfera legate sia al processo di combustione che al trasporto del combustibile solido. Sono invece favorite quelle centrali a cogenerazione che valorizzano la biomassa locale a cui sono collegate reti locali di teleriscaldamento in particolare nei comuni montani. La cogenerazione si configura come la prima "mitigazione" sul fronte delle emissioni infatti lo sfruttamento del calore cogenerato consente di eliminare, totalmente o in parte, le emissioni in atmosfera generate da altri sistemi di combustione necessari in assenza del sistema di teleriscaldamento.

Per quanto concerne i nuovi impianti di produzione elettrica a biogas, stante il minore impatto in termini di emissioni di polveri sottili e il migliore rendimento elettrico, questi sono sostenuti pienamente dalla Regione ancora di più se prevedono la produzione di biometano da immettersi in rete.

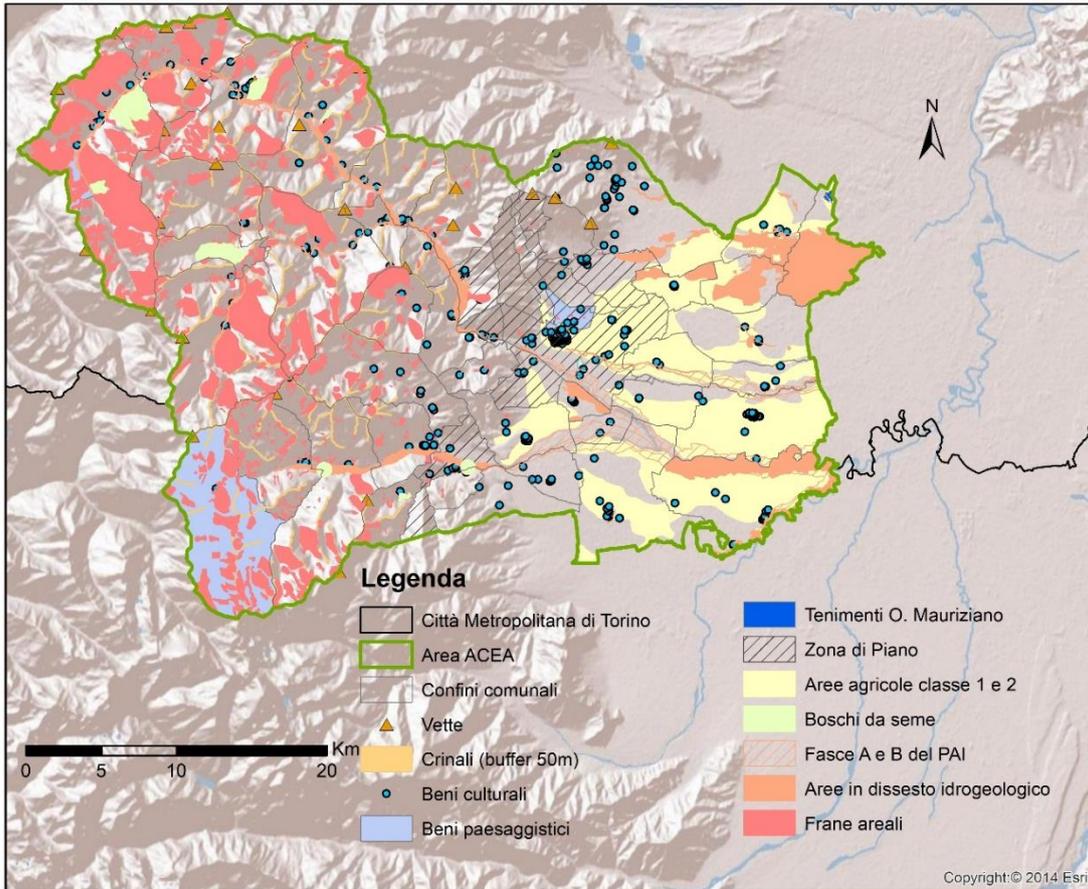
Anche in questo caso è la D.G.R. n.6-3315 del 2012 che individua le aree inidonee per nuovi impianti di produzione di energia elettrica alimentati da biogas e da biomasse di seguito elencate:

1. aree sottoposte a tutela del paesaggio e del patrimonio storico, artistico e culturale
  - 1.1. Siti inseriti nel patrimonio mondiale dell'UNESCO
  - 1.2. Beni culturali
  - 1.3. Beni paesaggistici
  - 1.4. Vette e crinali montani e pedemontani
  - 1.5. Tenimenti dell'Ordine Mauriziano
  - 1.6. Beni culturali ambientali
2. ambiente ed aree protette
  - 2.1. Comuni appartenenti alla Zona denominata Agglomerato di Torino, alla Zona denominata Pianura e alla Zona denominata Collina secondo la zonizzazione del territorio regionale piemontese relativa alla qualità dell'aria approvata con la D.G.R. 2014, n.41-855 [37].
  - 2.2. Aree con elevato carico azotato (>50 kg/ha/a) [38]  
Queste aree sono caratterizzate da un eccesso di composti azotati e per questo motivo sono previste una serie di misure restrittive riguardanti gli impianti a biogas.
3. aree agricole
  - 3.1. Terreni agricoli irrigati con impianti irrigui a basso consumo idrico realizzati con finanziamento pubblico
  - 3.2. Terreni classificati dai PRGC vigenti a destinazione d'uso agricola e naturale, nonché ricadenti nella prima e seconda classe di capacità d'uso del suolo
  - 3.3. Comuni ad elevato carico zootecnico
4. aree forestali e aree in dissesto idraulico ed idrogeologico
  - 4.1.1 Popolamenti forestali per la raccolta dei semi (boschi da seme)
  - 4.1.2 Boschi oggetti di miglioramenti forestali realizzati con contributi pubblici
  - 4.1.3 Boschi permanenti e piantagioni di arboricoltura da legno realizzati con contributi
  - 4.2 Aree in dissesto idraulico e idrogeologico

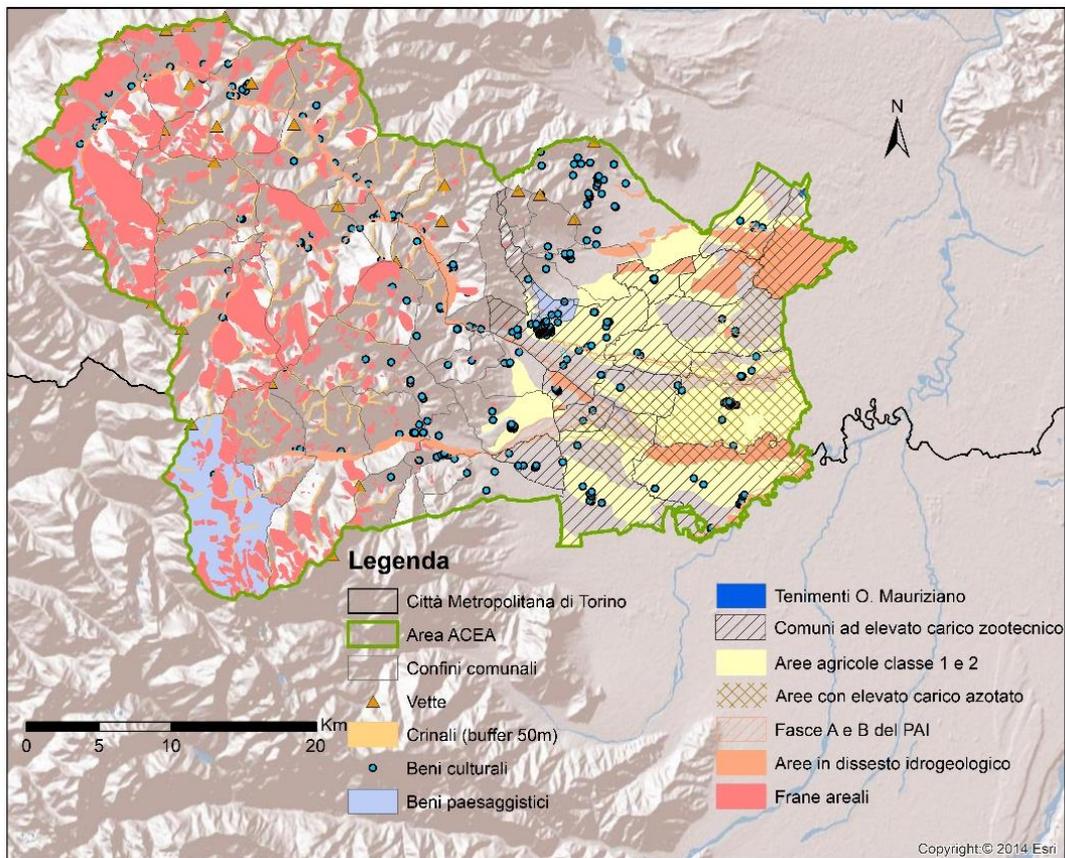
Osservando la carta sotto riportata per quanto riguarda il punto 1 dell'elenco sopra citato nel pinerolese non sono presenti siti patrimonio dell'UNESCO, sono invece presenti alcuni beni culturali puntuali e beni paesaggistici in particolare l'area della collina di Pinerolo, il parco e la villa del Torrione sempre a Pinerolo e il parco del castello di Miradolo nel comune di San Secondo. Sono invece presenti numerose vette e crinali montani e pedemontani attorno ai quali è stato realizzato un buffer di 50 m in quanto zona non idonea. Altre due zone tutelate sono la Val Troncea presso il Comune di Pragelato e un'ampia zona del comune di Bobbio Pellice. Sono presenti alcuni tenimenti dell'Ordine Mauriziano nel comune di Villafranca e di None; in queste zone quindi non potranno essere installati impianti a biomassa e biogas di potenza superiore ai 1000 kW. Non sono invece presenti beni culturali ambientali così definiti dai PRG; il controllo è stato possibile avvalendosi del file vettoriale "Mosaico dei P.R.G. della Città Metropolitana di Torino". Per il punto 2 nella cartografia sono stati indicati i comuni in "zona di piano" secondo la zonizzazione del territorio regionale piemontese relativa alla qualità dell'aria approvata con la D.G.R. 2014, n.41-855; in questi comuni è vietata la produzione di energia elettrica con le tecnologie che non fanno uso dell'assetto cogenerativo che deve rispettare una serie di requisiti minimi. Per quanto riguarda le aree con elevato carico azotato queste sono state indicate in carta; in tali aree è prevista la possibilità di ammettere impianti a biogas ma rispettando una serie di prescrizioni volte alla riduzione dell'impatto dei composti azotati sul territorio.

In merito al punto 3 nel Pinerolese non si segnalano terreni agricoli irrigati con impianti irrigui a basso consumo idrico realizzati con finanziamento pubblico; sono invece presenti terreni ricadenti nella prima e seconda classe di capacità d'uso del suolo; in queste aree non possono essere installati impianti a biomassa con potenza uguale o superiore a 1 MW mentre non possono essere installati impianti a biogas con potenza elettrica uguale o superiore a 250 kW che utilizzino una superficie di terreno superiore agli 1,5 ettari. Per quanto riguarda i comuni ad elevato carico zootecnico questi sono stati indicati in carta e l'intero territorio di tali comuni è inidoneo all'installazione di impianti a biogas con potenza superiore a 250 kW che utilizzano in prevalenza (>50% in peso) prodotti agricoli da colture dedicate.

Per il punto 4 riguardante le particolari aree forestali non idonee all'installazione di centrali a biomassa sono state indicate in carta le foreste caratterizzate da popolamenti forestali per la raccolta dei semi (boschi da seme), per quanto riguarda, invece, i boschi oggetto di miglioramento forestali realizzati con contributi pubblici e i boschi permanenti e piantagioni di arboricoltura da legno realizzati con contributi pubblici non è stato possibile indicarli in carta in quanto non sono stati individuati nei database disponibili sul geoportale della Regione. Infine per quanto riguarda le aree interessate da fenomeni di dissesto e con pericolo di esondazione queste sono state mappate nella cartografia sotto riportata. Si è deciso di dividere i vincoli in due carte, una riguardante gli impianti a biomassa, una per gli impianti a biogas.



Carta 50– Aree inidonee per impianti a biomassa, elaborazione propria



Carta 51– Aree inidonee per impianti a biogas, elaborazione propria

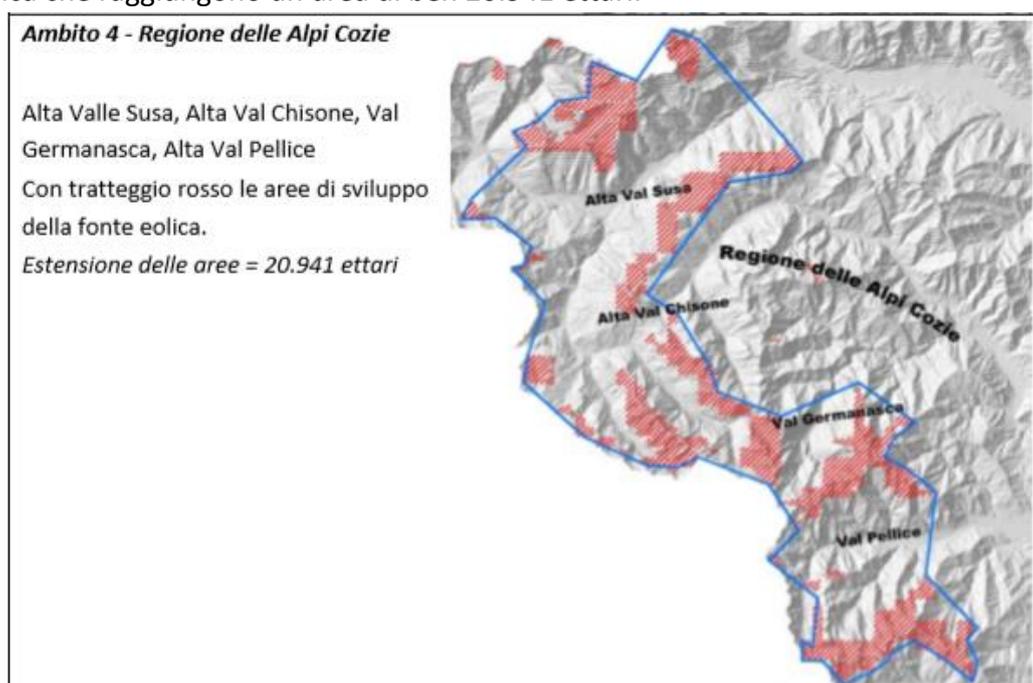
### *Vincoli legislativi come barriere o opportunità per la comunità energetica*

Analizzando i vincoli riguardanti l'installazione di impianti a biomassa e a biogas non si può affermare che questi possano costituire una barriera alla nascente comunità energetica. Nonostante le carte mostrino parecchie zone soggette a vincolo tali limitazioni non impediscono l'installazione di centrali a biomasse o a biogas. Ad esempio un vincolo relativo alle centrali a biomassa riguarda le cosiddette "zone di piano" che però non impediscono l'installazione di nuove centrali ma impongono che queste facciano uso dell'assetto cogenerativo evitando la perdita del calore prodotto che dovrà essere utilizzato in una rete di teleriscaldamento; questa imposizione appare utile ai fini della comunità energetica considerando che attualmente l'energia termica deriva in gran parte dall'uso di combustibili fossili. L'unico vincolo più stringente riguarda i comuni ad elevato carico zootecnico che nel pinerolese riguarda tutti i comuni di pianura ad eccezione di Vigone e Cercenasco; in questi comuni infatti non possono essere installati impianti a biogas con potenza superiore a 250 kW che utilizzano in prevalenza (>50% in peso) prodotti agricoli da colture dedicate; tale vincolo ha però un fine ben preciso che è quello di evitare impatti negativi sulle coltivazioni dedicate alla filiera zootecnica e sulla disponibilità di terreni agricoli evitando distorsioni nel mercato degli affitti. La producibilità da biomassa valutata in precedenza non viene modificata in quanto basterà rispettare alcuni vincoli nel costruire nuove centrali che però non impediscono la loro realizzazione.

## Energia eolica

### *Vincoli legislativi*

La Regione attraverso il PEAR ha individuato cinque specifici ambiti strategici per lo sviluppo della generazione eolica in Piemonte. Queste sono porzioni estese di territorio al cui interno si riscontrano le condizioni di elevato potenziale eolico e l'assenza di condizioni ostative che le rendono meritevoli di approfondimento per successive fasi di valutazione di singoli progetti. Uno di questi ambiti riguarda per buona parte il pinerolese ed è denominato Ambito 4 – Regione delle Alpi Cozie comprendendo l'alta Valle Susa, l'alta Val Chisone, la Val Germanasca e l'alta Val Pellice. Nell'immagine sotto riportata estratta dal PEAR sono tratteggiate in rosso le aree di sviluppo della fonte eolica che raggiungono un'area di ben 20.941 ettari.



*Immagine 79– Ambito 4 – Regione delle Alpi Cozie, estratto dal PEAR*

Il PEAR riconosce gli ambiti strategici come aree preferenziali per la generazione eolica con impianti industriali (potenza > 200 kW) ovviamente al netto dei principali vincoli ostativi (aree inidonee, di seguito elencate) e della coerenza con le disposizioni del Piano Paesaggistico Regionale (Ppr) [39].

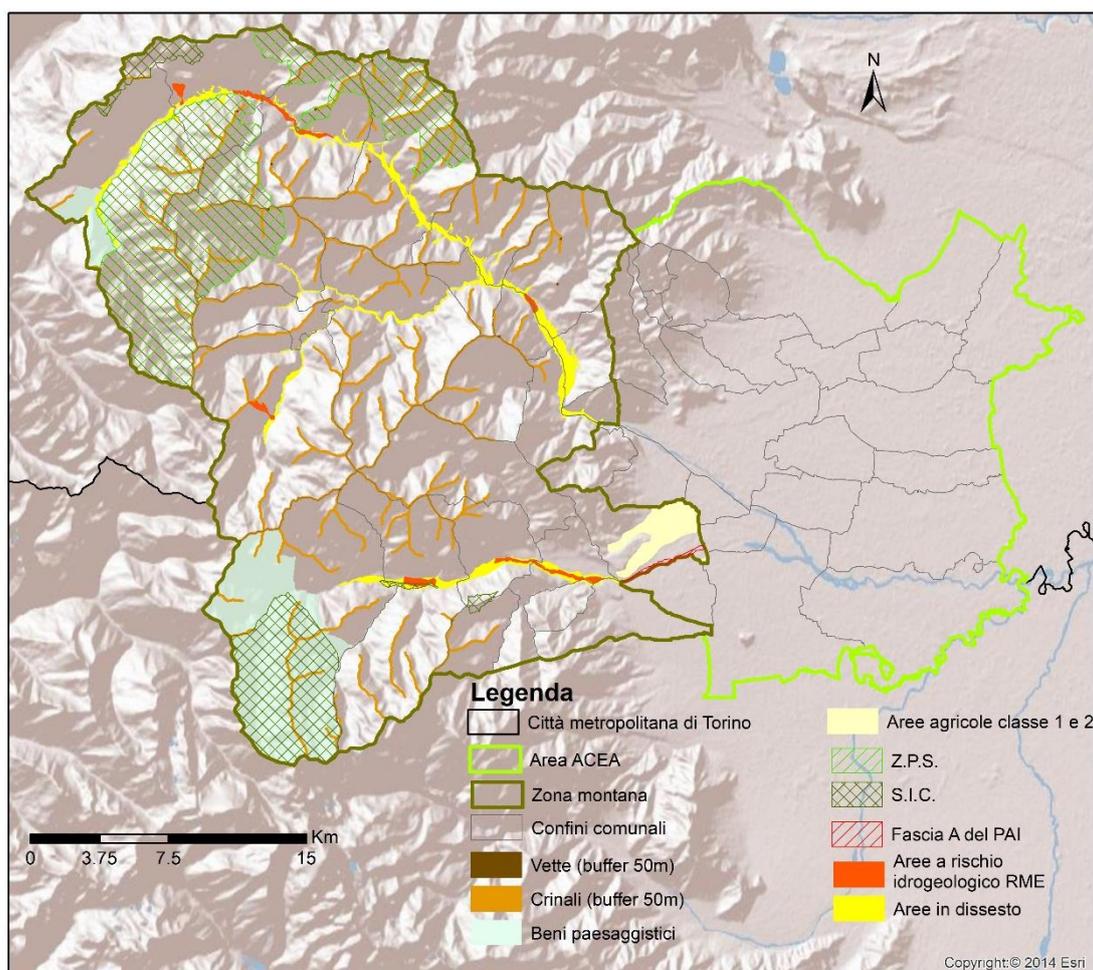
Sono inidonee all'installazione e all'esercizio di impianti per la produzione di energia elettrica alimentati dalla fonte eolica le aree di seguito elencate:

1. Per tutte le taglie di impianto le aree ricomprese nell'intorno di 50 metri per lato dalle vette e dai sistemi di crinali montani e pedemontani riconosciuti dal Ppr e ricadenti in aree ed immobili sottoposte a tutela del paesaggio e del patrimonio storico, artistico e culturale.
2. Per tutte le taglie di impianto i siti e relative aree esterne di protezione inseriti nella lista del patrimonio mondiale dell'UNESCO.
3. Siti UNESCO "I paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe-Roero e Monferrato"
4. Per tutte le taglie di impianto le aree in fascia A del PAI.
5. Per tutte le taglie di impianto le aree a rischio idrogeologico molto elevato RME.
6. Per tutte le taglie di impianto le aree interessate da fenomeni di dissesto.

7. Per tutte le taglie di impianto le aree comprese nello scenario frequente H – elevata probabilità di alluvioni individuate dal PGRA.
8. Per tutte le taglie di impianto le aree individuate nelle mappe del rischio PGRA in classe di rischio R4.
9. Per tutte le taglie di impianto le aree in classe IIIc nella “Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell’idoneità all’utilizzazione urbanistica” degli strumenti urbanistici vigenti.
10. Per taglie d’impianto superiori ai 20 kW le Zone di Protezione Speciale (ZPS) per l’avifauna.
11. Per le taglie d’impianto superiori a 60 kW i Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e le Zone Speciali di Conservazione (ZSC) importanti per la conservazione dell’avifauna e della chiroterofauna.
12. Per le taglie d’impianto superiori a 60 kW le colonie di chiroterri ed altre aree importanti per la chiroterofauna non inserite in Rete Natura 2000.
13. Per le taglie d’impianto superiori a 200 kW i terreni agricoli irrigati con impianti a basso consumo irriguo realizzati con finanziamento pubblico.
14. Per le taglie di impianto superiori a 200 kW i terreni classificati dai PRGC vigenti a destinazione d’uso agricola e ricadenti nella prima e seconda classe di capacità d’uso del suolo.

Nella carta di seguito riportata sono state inserite le aree inidonee presenti nel pinerolese; visto che le aree ad elevato potenziale eolico nel pinerolese si trovano esclusivamente nelle zone montane si è deciso di inserire nella carta solo la parte montana del pinerolese.

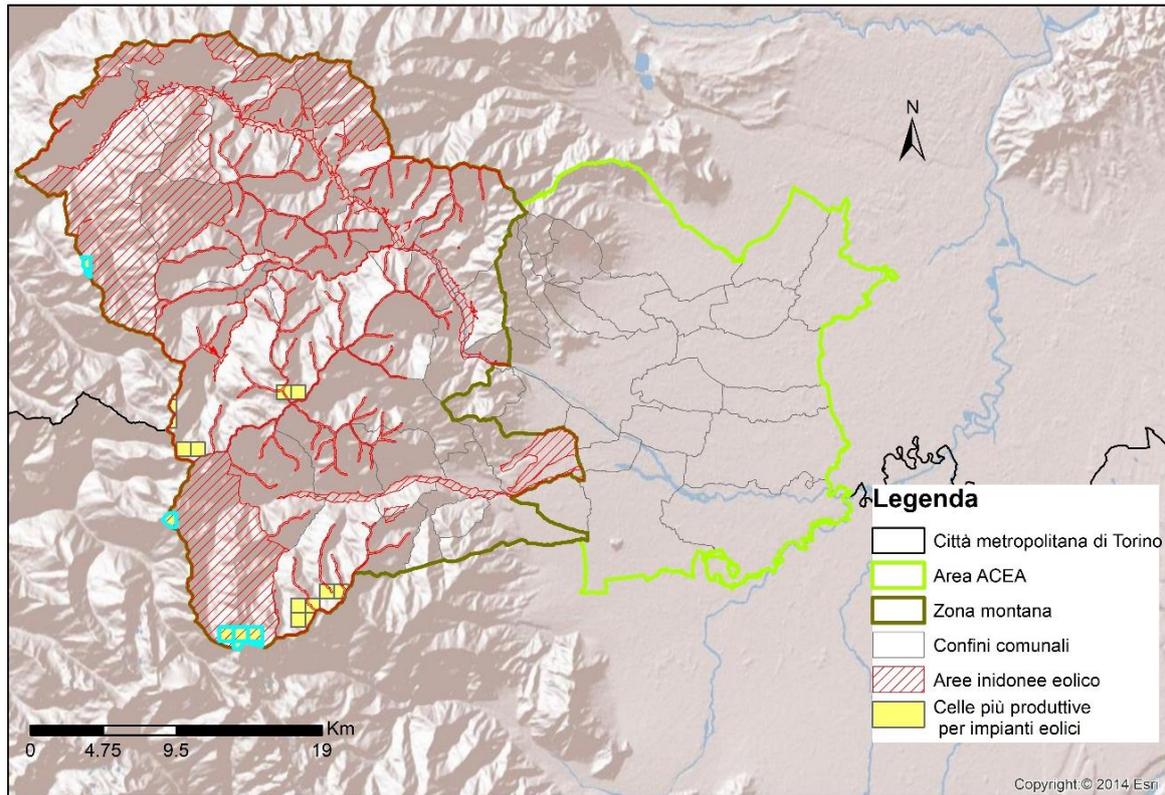
Sono stati individuati il sistema delle vette e dei crinali a cui è stato aggiunto un buffer di 50 m come prescritto; non sono invece presenti nel territorio in analisi aree tutelate dall’UNESCO; una piccola porzione di fascia A del PAI è presente solamente in una zona di fondovalle che non appare rilevante ai fini della produzione eolica. Sono state individuate le aree a rischio idrogeologico molto elevato RME e le aree interessate da fenomeni di dissesto che nella maggior parte dei casi riguardano ancora una volta le zone di fondovalle; non si segnalano, invece, aree comprese nello scenario frequente H – elevata probabilità di alluvioni né aree in classe di rischio R4; non sono presenti aree in classe IIIc nella “Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell’idoneità all’utilizzazione urbanistica” degli strumenti urbanistici vigenti. Sono invece presenti due ampie aree tutelate come Zone di Protezione Speciale (ZPS) per l’avifauna e alcune aree protette come Siti di Importanza Comunitaria (SIC); non si segnalano colonie di chiroterri ed altre aree importanti per la chiroterofauna non inserite in Rete Natura 2000. Non sono presenti terreni agricoli irrigati con impianti a basso consumo irriguo realizzati con finanziamento pubblico e l’unica zona che presenta terreni ricadenti nella prima e seconda classe di capacità d’uso del suolo è localizzata in fondovalle e quindi non in corrispondenza di zone rilevanti ai fini della produzione eolica.



*Carta 52– Aree inidonee per impianti eolici, elaborazione propria*

### *Vincoli legislativi come barriere o opportunità per la comunità energetica*

In questo caso si rende necessario un approfondimento più preciso sulle aree vincolate in quanto a differenza con le altri fonti che possono essere sfruttate liberamente e alternativamente su ampie aree (es. impianti fotovoltaici che possono essere localizzati su tutti i tetti degli edifici o centrali a biomassa che possono essere localizzate evitando le aree inidonee) nel caso dell'energia eolica questa va sfruttata in luoghi precisi dove c'è presenza di vento. Tali aree sono state individuate dallo studio già presentato sull'energia producibile dal vento in 21 celle sulla base dei dati dell'Atlante Eolico e vanno confrontate con le aree inidonee appena identificate; il GIS permette un confronto immediato tra le celle individuate come preferibili per installare impianti eolici e le zone vincolate che possono essere sovrapposte. Nella carta di seguito riportata sono state evidenziate quelle celle che sono completamente poste in aree vincolate dove quindi non potranno essere installate pale eoliche; su 21 celle che lo studio aveva individuato come preferibili per localizzare pale eoliche 8 sono localizzate in aree inidonee e ciò comporta una minore produzione di energia elettrica pari al 38% del totale; l'energia producibile col vento annualmente passa quindi da 18,34 a 11,3 GWh.



Carta 53– Sovrapposizione tra aree inidonee e celle preferibili per impianti eolici, elaborazione propria

## 2.7.2 Limiti/ barriere allo sviluppo della comunità energetica

Alla luce del quadro normativo analizzato nel primo capitolo, del lavoro che il gruppo di ricerca sta portando avanti e delle discussioni avvenute in una serie di riunioni preparatorie è possibile affermare che le principali barriere alla realizzazione della comunità energetica del pinerolese dipendono da:

### 1) Fattori culturali e politici

- Parziale sostegno politico al progetto: la comunità energetica potrà nascere in forza della legge della Regione Piemonte 12/2018 ma manca ancora una legge nazionale che appare fondamentale per regolamentare i rapporti delle comunità energetiche con l’Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) nell’ottica di ottimizzare la gestione e l’utilizzo delle reti di energia;
- I Comuni del territorio partner della comunità: i Comuni del territorio Pinerolese hanno istituito la “Oil Free Zone Territorio sostenibile”, prima in Italia, un atto che sottolinea il sostegno politico delle autorità locali alla costituente Comunità energetica ma devono affrontare una cronica carenza di mezzi e personale che allunga i tempi di raccolta e rielaborazione dei dati relativi ai consumi energetici.

### 2) Fattori economici e gestionali

- Forma giuridica e conseguente dimensione minima: la legge regionale n.12/2018, all’art.1, indica che le comunità energetiche devono essere enti senza finalità di lucro. Tra gli enti privi di finalità lucrative le società cooperative sono l’unica forma perseguibile per permettere la partecipazione degli enti locali che altrimenti verrebbero bloccati dalla disciplina sulle società a partecipazione pubblica. La disciplina delle società cooperative (art. 2522 del Codice Civile) impone però che il numero minimo di soci sia almeno pari a nove;
- Mancanza di dati per valutazioni economiche: per fare delle corrette valutazioni economiche sui vari scenari di comunità energetica si necessita di conoscere l’energia che verrebbe autoconsumata dai membri della stessa istantaneamente ma al momento non è possibile ottenere dati su consumi o produzioni di energia su base oraria per alcuni soggetti (es. utenti consumatori <3 kW).

### 3) Fattori legali ed amministrativi

- Costi ed accesso alla rete: la rete di distribuzione dell’energia non è proprietà della comunità e lo scambio di energia avverrà tramite la rete elettrica nazionale il cui uso prevede però il pagamento di appositi oneri di sistema. Tali oneri costituiscono un ostacolo allo scambio di energia e ciò è stato anche riconosciuto dalla legge regionale che all’art. 3 legittima le comunità energetiche a stipulare convenzioni con l’ARERA considerando inoltre che, quando promosse dalla Oil Free Zone (è il caso del Pinerolese), le comunità energetiche potrebbero assumere la veste di progetti sperimentali, entro i quali è possibile ipotizzare il riconoscimento di un peculiare status volto ad agevolare anche sotto il profilo tariffario lo scambio di energia tra soci produttori e soci consumatori.

### 3. Scenari di fattibilità della comunità energetica del Pinerolese

#### 3.1 Tre scenari di fattibilità

Questo capitolo, avvalendosi degli studi compiuti nella sezione precedente, ha l'obiettivo di individuare degli scenari di fattibilità della comunità energetica del Pinerolese. La costruzione di questi scenari tiene quindi conto di dati relativi al fabbisogno di energia, alla produzione attuale di energia e alla producibilità futura di energia e questi vengono combinati in tre scenari di fattibilità che rispettano i requisiti della legislazione regionale sulle comunità energetiche. I primi due scenari combinano dati di consumo con quelli di produzione attuali mentre il terzo è stato costruito basandosi sui dati di producibilità futura di energia. Tutti gli scenari sono valutati con un bilancio energetico finale che permette di verificare il rispetto dei vincoli legislativi e valutandone il peso rispetto ai consumi e produzioni totali da FER del Pinerolese.

Gli scenari sono quindi stati valutati in cinque paragrafi:

- Composizione;
- Consumi di energia;
- Produzione di energia;
- Bilancio energetico elettrico e rispetto dei requisiti minimi;
- Bilancio energetico totale (elettrico + termico) e rispetto dei requisiti minimi;
- Peso dello scenario rispetto ai consumi e produzioni annue da FER dei 47 comuni del Pinerolese.

##### 3.1.1 Scenario 1

###### Composizione

Il primo scenario è quello di breve termine caratterizzato da un primo nucleo di soggetti che si sono dimostrati maggiormente collaborativi nella condivisione dei dati e che potranno fondare la comunità energetica rispettando la norma regionale. Lo scenario comprende sette **aziende** per le quali sono stati riportati la sigla e la classificazione ATECO:

- azienda **A** nelle sedi A1, A2 e A3, classificazione E: FORNITURA DI ACQUA; RETI FOGNARIE, ATTIVITÀ DI GESTIONE DEI RIFIUTI E RISANAMENTO;
- azienda **L**, classificazione I: ATTIVITÀ DEI SERVIZI DI ALLOGGIO E DI RISTORAZIONE;
- azienda **M**, classificazione Q: SANITA' E ASSISTENZA SOCIALE, 87: SERVIZI DI ASSISTENZA SOCIALE RESIDENZIALE;
- azienda **N** nelle sedi N1 e N2, classificazione G: COMMERCIO ALL'INGROSSO E AL DETTAGLIO; RIPARAZIONE DI AUTOVEICOLI E MOTOCICLI;
- azienda **S**, classificazione C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 25: FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO (ESCLUSI MACCHINARI E ATTREZZATURE);
- azienda **C**, classificazione C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 10: INDUSTRIE ALIMENTARI;
- azienda **Q**, classificazione C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 25: FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO (ESCLUSI MACCHINARI E ATTREZZATURE).

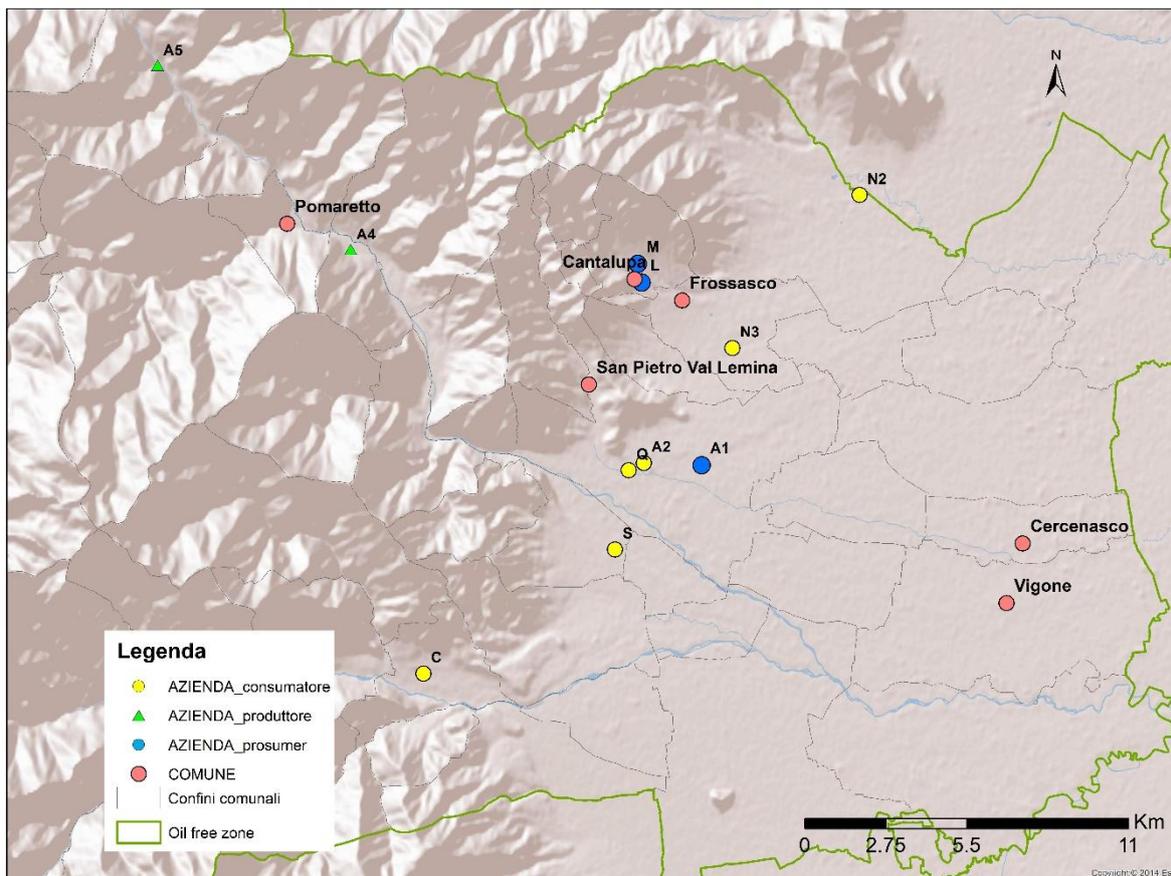
La scelta di questo gruppo di aziende è stata fatta decidendo di escludere quelle caratterizzate da consumi troppo elevati che in questo scenario caratterizzato da un numero esiguo di soggetti avrebbe inficiato sul bilancio energetico finale aumentando sproporzionalmente i consumi.

E sei **Comuni**: Cantalupa, Frossasco, Pomaretto, Vigone, Cercenasco, San Pietro Val Lemina;

Sono poi stati inseriti un numero stimato di cinque **privati** (Prosumer) di cui sono stati stimati i dati di consumo e produzione basandosi su dati reali medi di consumo di un utente domestico tipo.

<b>SCENARIO 1</b>		
<b>AZIENDE</b>		
<u>Località</u>	<u>Categoria</u>	<u>Codice</u>
Pinerolo	Prosumer	<b>A1</b>
Pinerolo	Consumatore	<b>A2</b>
Varie nei 47 Comuni	Consumatore	<b>A3</b>
Cantalupa	Prosumer	<b>L</b>
Cantalupa	Prosumer	<b>M</b>
Cumiana	Consumatore	<b>N2</b>
Frossasco	Consumatore	<b>N3</b>
San Secondo di Pinerolo	Consumatore	<b>S</b>
Luserna San Giovanni	Consumatore	<b>C</b>
Pinerolo	Consumatore	<b>Q</b>
<b>COMUNI</b>		
	<u>Categoria</u>	<u>Codice</u>
Cantalupa	Prosumer	<b>CANT</b>
Frossasco	Prosumer	<b>FRO</b>
Pomaretto	Prosumer	<b>POM</b>
Vigone	Consumatore	<b>VIG</b>
Cercenasco	Prosumer	<b>CERC</b>
San Pietro Val Lemina	Prosumer	<b>SPVL</b>
<b>PRIVATI CITTADINI</b>		
	<u>Categoria</u>	<u>Codice</u>
5 utenti	Prosumer	<b>CITT</b>

*Tabella 44– Composizione dello scenario 1 (Elaborazione propria)*



Carta 54– Localizzazione stakeholders dello scenario (Elaborazione propria)

### Consumi di energia

#### - Dettaglio aziende

Osservando il grafico sotto riportato si nota come i consumi più elevati riguardano l'azienda A in particolare nella sede A1 e per i consumi diffusi sul territorio (A3). Le attività manifatturiere C e Q sono le altre con i consumi più rilevanti rispettivamente pari a circa 4,7 e 1,4 mln di KWh annui.

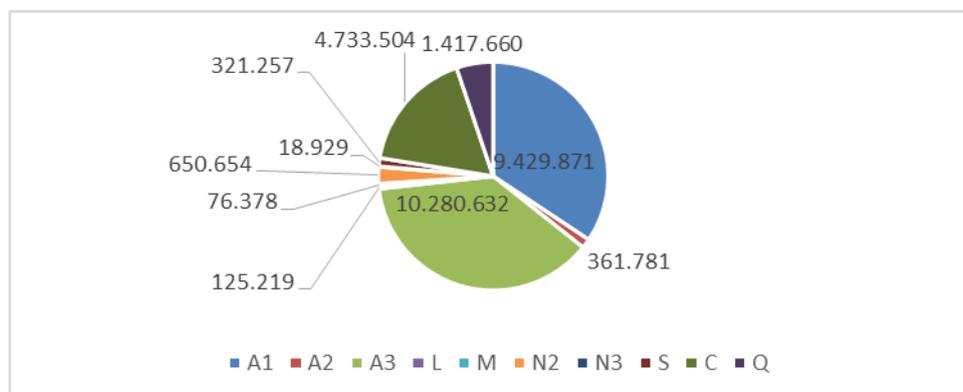


Immagine 80– Consumi elettrici annui aziende [KWh] (Elaborazione propria)

Per quanto riguarda i consumi delle attività economiche nei vari mesi si nota che questi sono abbastanza costanti con un valore di consumo mensile complessivo intorno ai 2,5 milioni di KWh. Solo il mese di aprile è caratterizzato da una diminuzione dei consumi rilevante che deriva

principalmente da consumi più bassi delle aziende C e A3. Anche il mese di agosto è caratterizzato da consumi più bassi dovuti al periodo di chiusura della maggior parte delle attività economiche per il periodo di ferie.

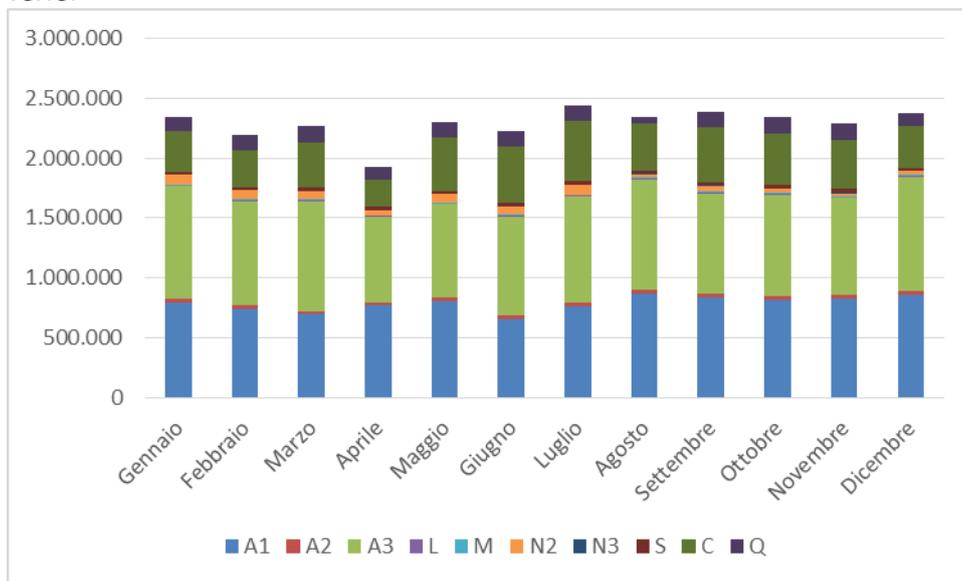


Immagine 81– Consumi elettrici mensili aziende [KWh] (Elaborazione propria)

#### - Dettaglio comuni

Nel grafico sotto riportato si può notare come il fabbisogno di energia elettrica degli edifici dei sei comuni inseriti nello scenario non hanno un andamento costante a differenza di quello che caratterizzava le attività economiche ma invece diminuiscono notevolmente nei mesi estivi; questo andamento dipende principalmente dal fatto che le scuole, che costituiscono gli edifici più energivori per i comuni, sono chiuse nel periodo estivo.

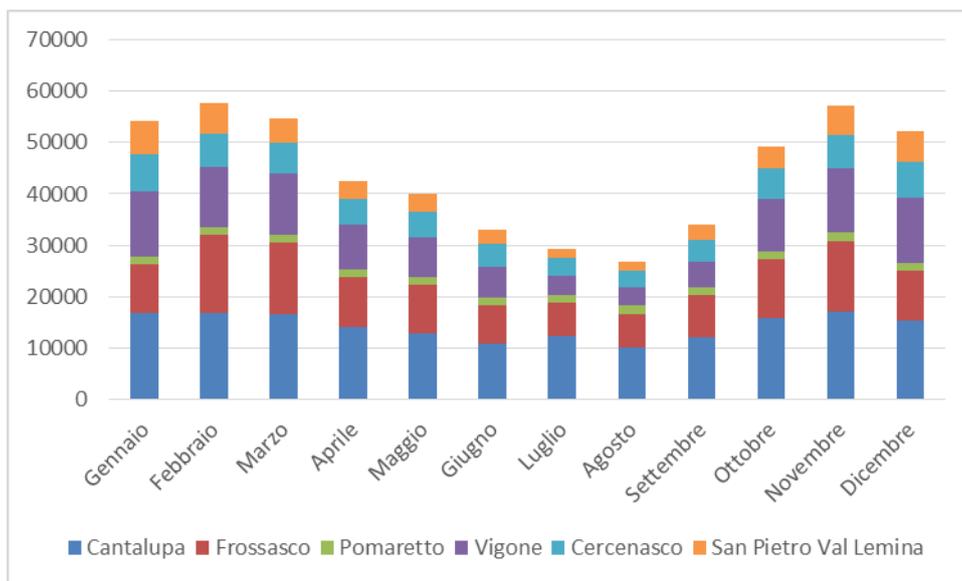


Immagine 82– Consumi elettrici mensili per gli edifici comunali [KWh] (Elaborazione propria)

Il grafico sotto riportato che riguarda i soli edifici del comune di Vigone conferma che la forte diminuzione dei consumi nei mesi estivi dipende principalmente dai consumi bassi dei tre edifici scolastici.

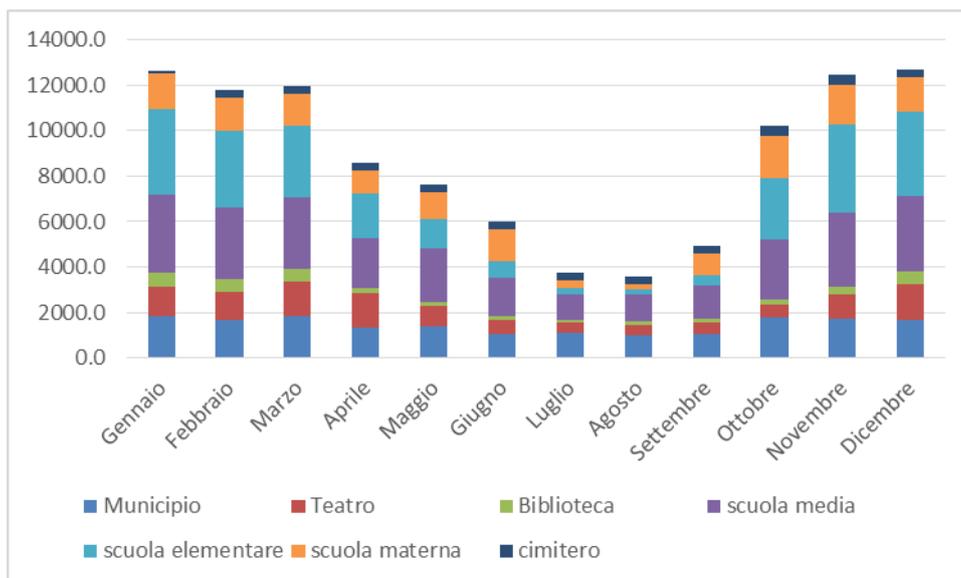


Immagine 83– Consumi mensili per gli edifici comunali di Vigone [KWh] (Elaborazione propria)

In ultimo appare interessante analizzare l'andamento mensile dei consumi legati all'illuminazione pubblica. Si nota che i consumi massimi si raggiungono nei mesi di dicembre e gennaio e ciò dipende dalle poche ore di luce che caratterizzano tali mesi che corrispondono ad un maggiore tempo di accensione dei lampioni. Al contrario sono i mesi di giugno e luglio che sono caratterizzati dai consumi minori.

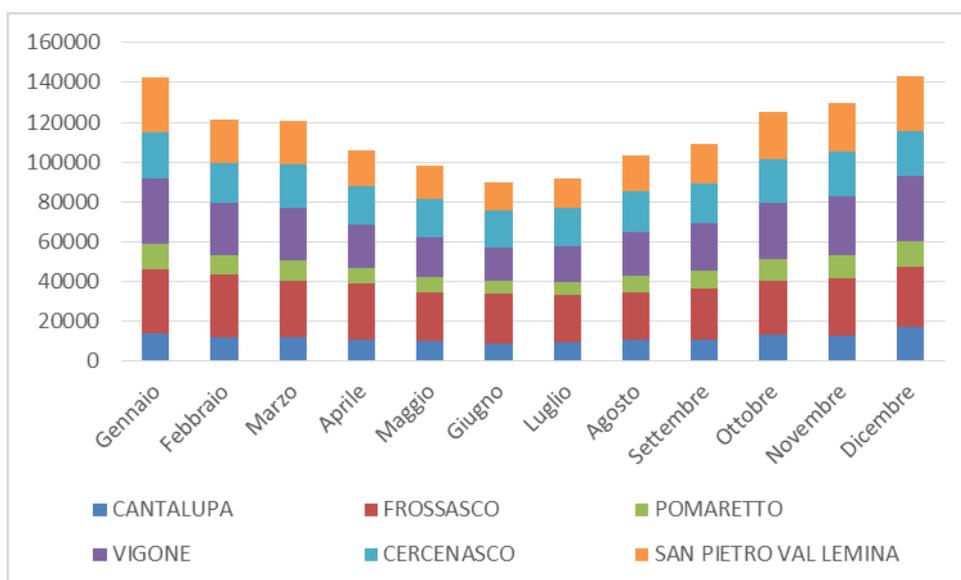


Immagine 84– Consumi mensili illuminazione pubblica [KWh] (Elaborazione propria)

- Consumi elettrici totali dello scenario

I consumi elettrici totali dello scenario sono pari a 29.34 GWh, nel grafico a torta viene riportato il dettaglio per le diverse tipologie di stakeholder.

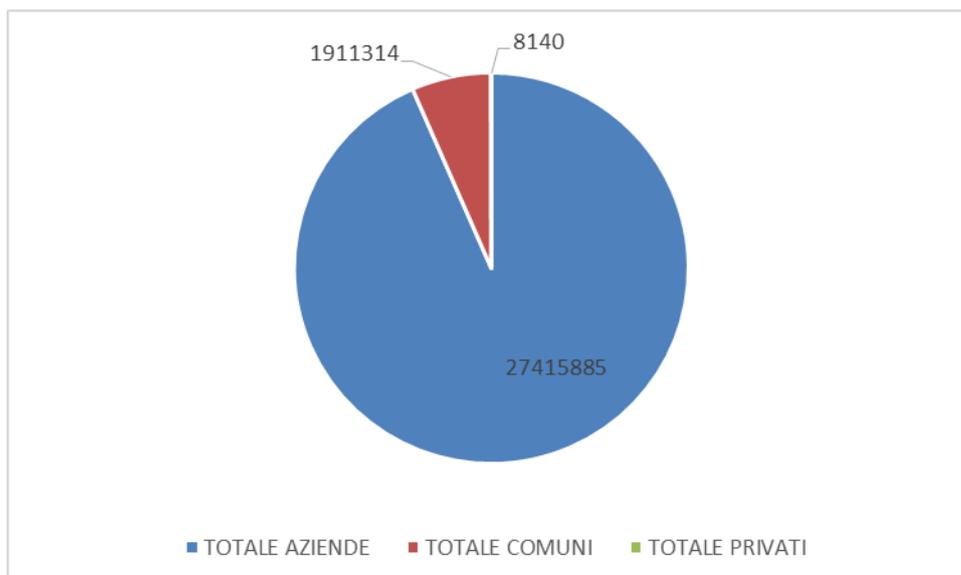


Immagine 85 – Consumi elettrici totali annui scenario [KWh] (Elaborazione propria)

Per quanto riguarda il dettaglio mensile dei consumi elettrici totali si nota una leggera variabilità dei consumi che deriva principalmente dall'andamento dei consumi delle attività economiche prima riportato. Il mese di aprile continua ad essere segnato dai consumi minori e ciò deriva dalla diminuzione dei consumi delle due aziende prima citate, non si nota invece una sostanziale diminuzione nel mese di agosto che invece era visibile nei consumi delle sole aziende, ciò è dovuto ad un aumento dei consumi in questo mese dell'illuminazione pubblica derivanti dalla progressiva diminuzione delle ore di luce.

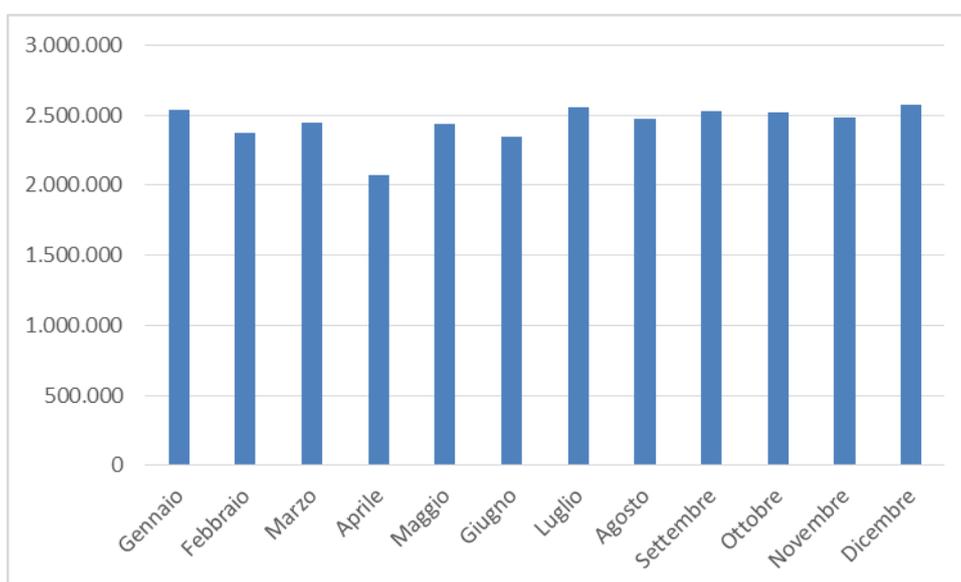


Immagine 86– Consumi elettrici totali mensili scenario [KWh] (Elaborazione propria)

#### - Consumi di energia termica totali dello scenario

I consumi termici totali dello scenario sono pari a 23.9 GWh, nel grafico a torta viene riportato il dettaglio per le diverse tipologie di stakeholders. Si nota che il peso delle aziende è sempre preponderante rispetto ai comuni.

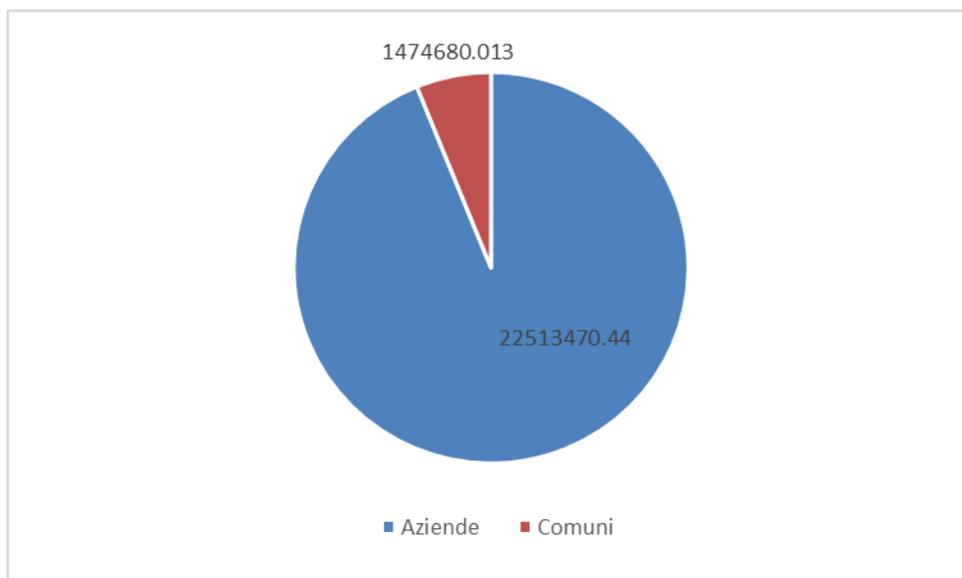


Immagine 87– Consumi termici totali annui scenario [KWh] (Elaborazione propria)

Per quanto riguarda il dettaglio mensile dei consumi termici totali si nota una importante variabilità dei consumi che dipende dalle stagioni; a differenza di quelli elettrici che sono quasi costanti nei 12 mesi in questo caso è nei mesi invernali che si concentrano i consumi.

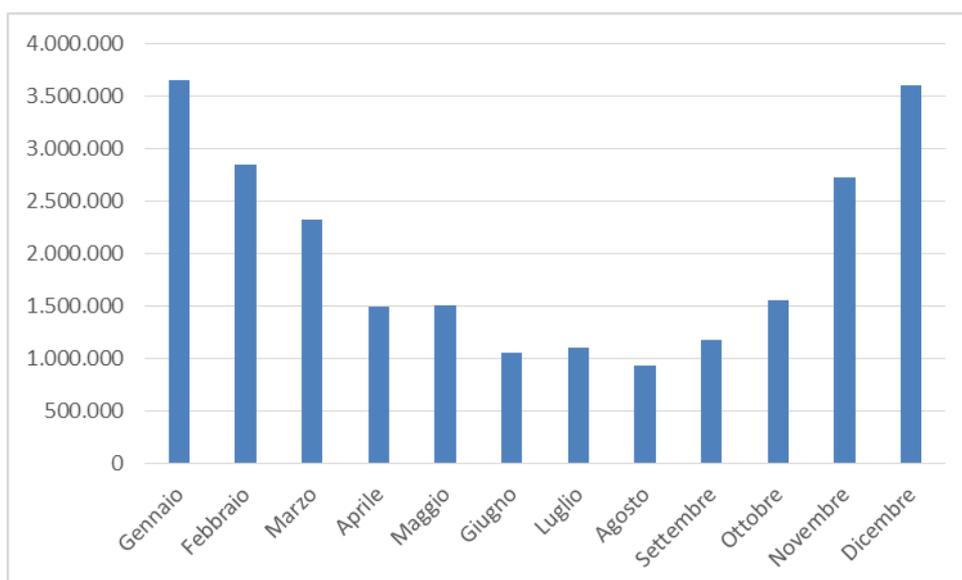


Immagine 88– Consumi termici totali mensili scenario [KWh] (Elaborazione propria)

## Produzione di energia

### - Dettaglio aziende

Il grafico mostra come la produzione più importante deriva dall'azienda A e in particolare dal biogas (A1), anche la produzione delle centraline idroelettriche da acquedotto (A4 e A5) risulta rilevante.

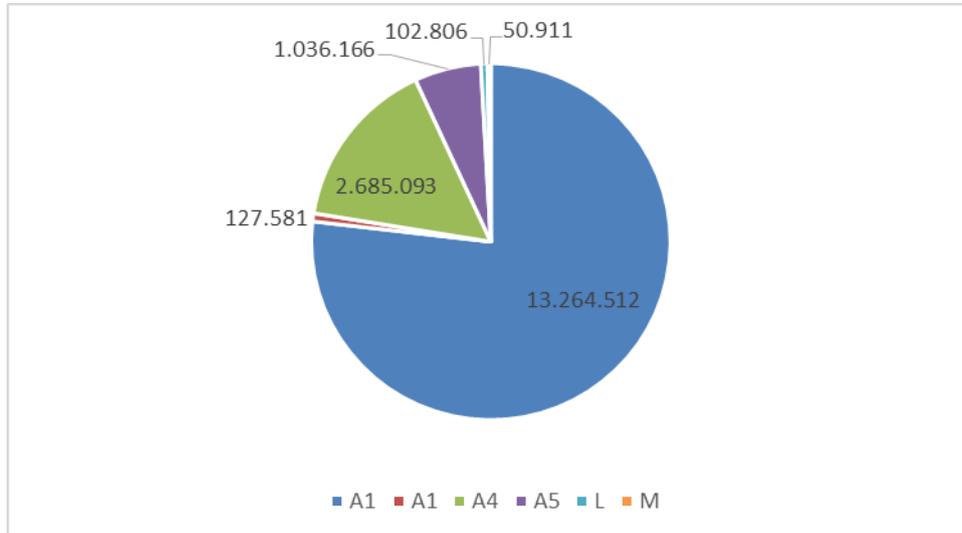


Immagine 89– Produzione elettrica annuale aziende [KWh] (Elaborazione propria)

### - Produzione elettrica totale scenario per fonte, dato annuale e dettaglio mensile

Il grafico a torta riguardante tutta l'energia prodotta non solo dalle aziende ma anche dai comuni mostra come la grande maggioranza dell'energia prodotta deriva da fonti rinnovabili, solo lo 0,6 % deriva da cogenerazione. Tra queste quelle di maggior peso sono ancora quella prodotta da biogas (75.5%) seguita dall'energia prodotta da idroelettrico (21.2 %).

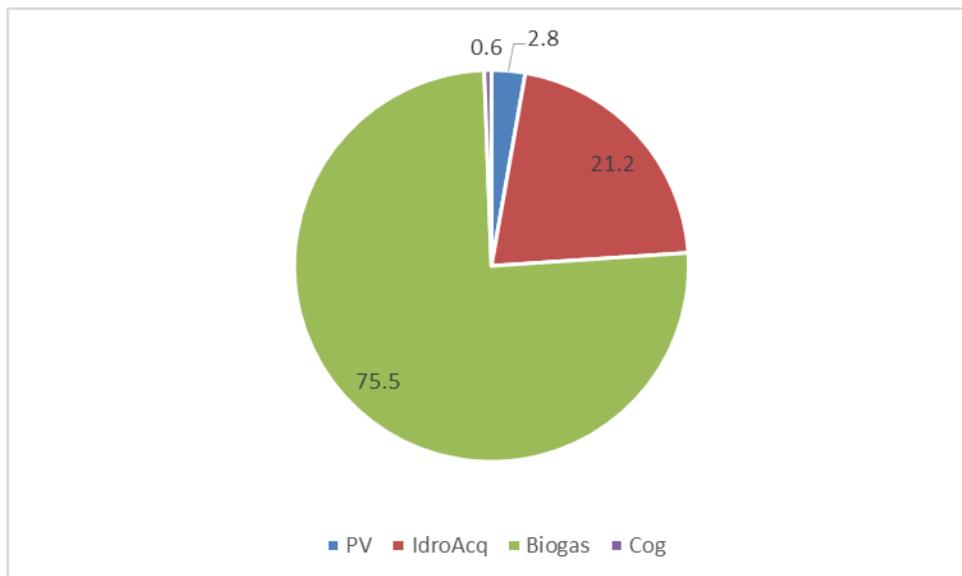


Immagine 90– Produzione elettrica annuale totale per fonte [%] (Elaborazione propria)

Il grafico sotto riportato mostra il dettaglio mensile della produzione elettrica totale dello scenario; si nota che la variabilità dei vari mesi dipende dall'andamento della produzione da biogas che come visto ha un peso importante sulla produzione totale dello scenario. Si nota il caratteristico andamento della produzione da fotovoltaico (PV) minore nei mesi invernali e massima in quelli estivi. La produzione di energia elettrica dello scenario su base mensile varia dal massimo di marzo con circa 1,7 milioni di KWh prodotti al minimo di febbraio ed ottobre con circa 1,3 milioni di KWh prodotti.

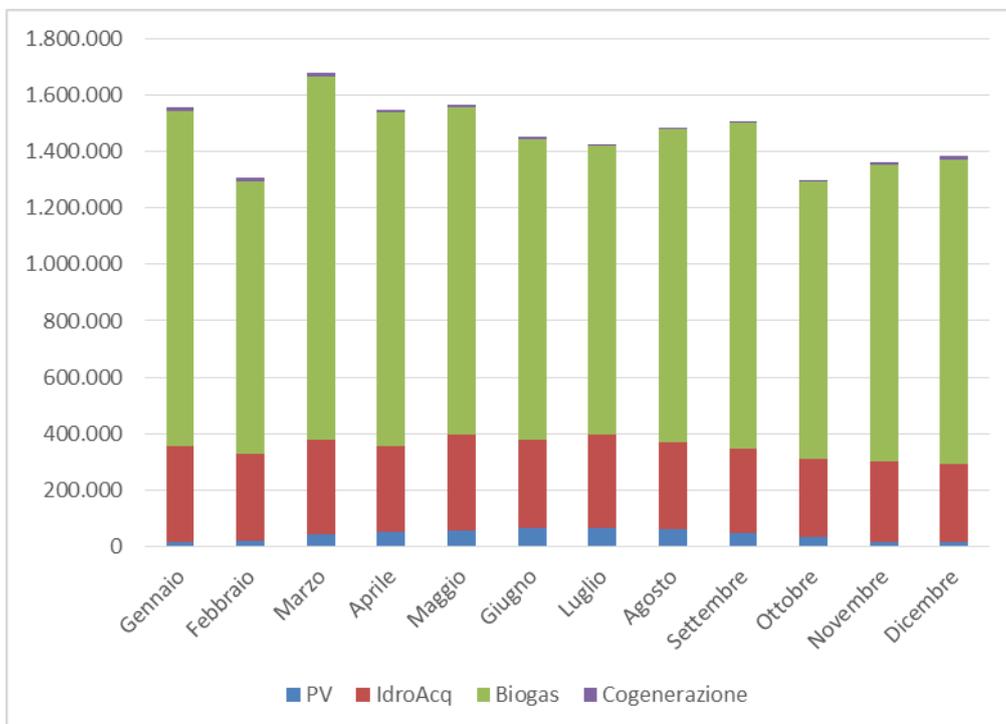


Immagine 91– Produzione elettrica mensile totale per fonte [KWh] (Elaborazione propria)

- Produzione elettrica totale dello scenario per tipologia di stakeholder

La produzione elettrica totale annuale dello scenario è pari a 17.57 GWh, nel grafico a torta viene riportato il dettaglio per le diverse tipologie di stakeholder.

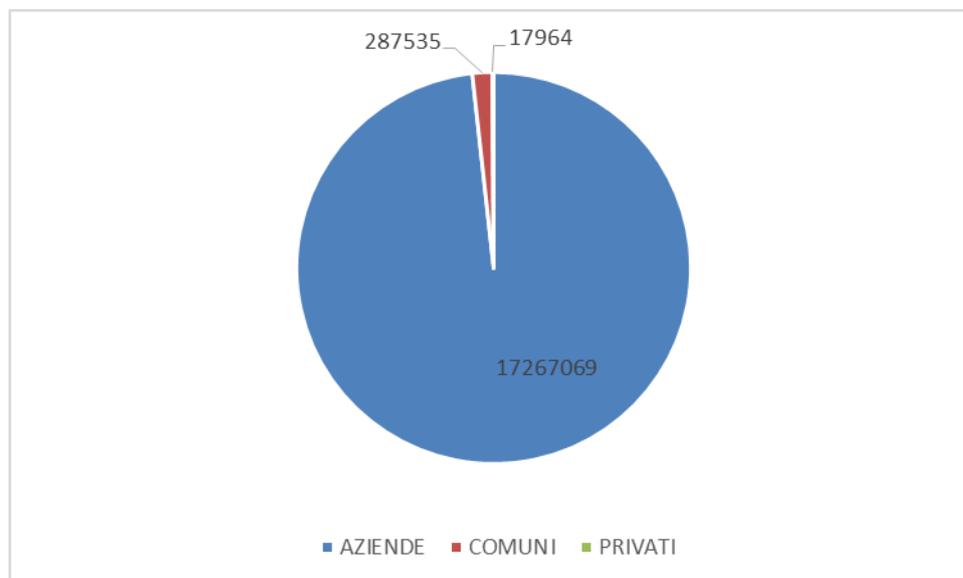
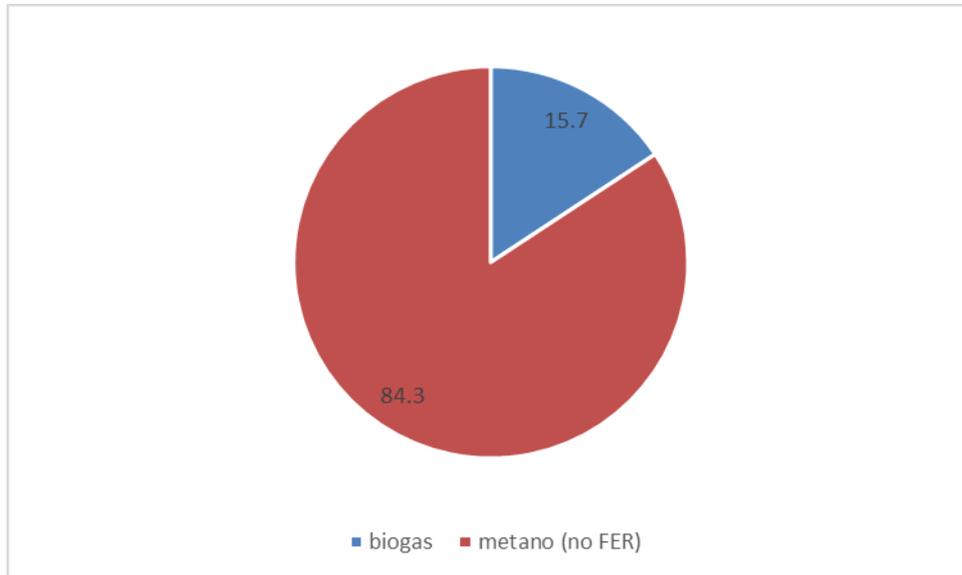


Immagine 92– Produzione elettrica annua per tipologia di stakeholder [KWh] (Elaborazione propria)

- Produzione termica totale scenario per fonte

Per quanto riguarda la produzione di energia termica la quantità prodotta, il peso dei diversi stakeholders e l'andamento mensile è uguale a quello individuato nella sezione dedicata ai consumi. Ciò che appare interessante sottolineare è il peso delle diverse fonti di produzione di energia termica; il grafico a torta sotto riportato mostra che la grande maggioranza del calore è prodotto con il metano; in questo scenario solo il 15.7 % dell'energia termica è prodotta da FER.



*Immagine 93– Produzione termica annua per fonte di produzione [%] (Elaborazione propria)*

### Bilancio energetico elettrico e rispetto dei requisiti minimi

Il grafico sotto riportato mette insieme i dati di consumo e produzione annua; in questo scenario il 60 % dell'energia consumata annualmente verrebbe prodotta dai membri della comunità.

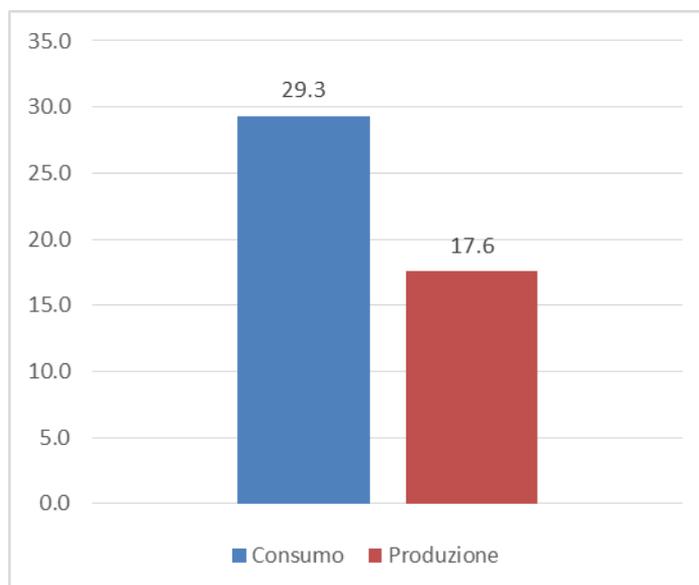


Immagine 94– Bilancio energetico elettrico annuo [GWh] (Elaborazione propria)

La tabella sotto riportata permette di verificare il rispetto dei requisiti minimi di legge.

Consumo elettrico minimo annuo [GWh]	Consumo elettrico annuo SCENARIO [GWh]	Produzione elettrica annua SCENARIO [GWh]	Autoconsumo minimo (70% dell'energia prodotta) [GWh]	Consumo di energia SCENARIO [GWh]	Produzione da FER minima (35% della produzione annua) [GWh]	Produzione da FER SCENARIO [GWh]
0.5 GWh	29.3 GWh	17,6	12,3	29.3	6,2	17,5

Tabella 45– Controllo dei requisiti minimi di legge (Elaborazione propria)

Di seguito viene riportato il bilancio energetico elettrico su base mensile; si nota che consumi e produzione di energia non sono bilanciati ugualmente in tutti i mesi; è il mese di aprile quello caratterizzato dal migliore bilanciamento tra produzione e consumi infatti il 74.7 % dell'energia consumata verrebbe prodotta dai membri della comunità mentre è quello di ottobre quello peggiore quando solo il 51.6 % dei consumi sarebbero coperti da energia prodotta all'interno della comunità.

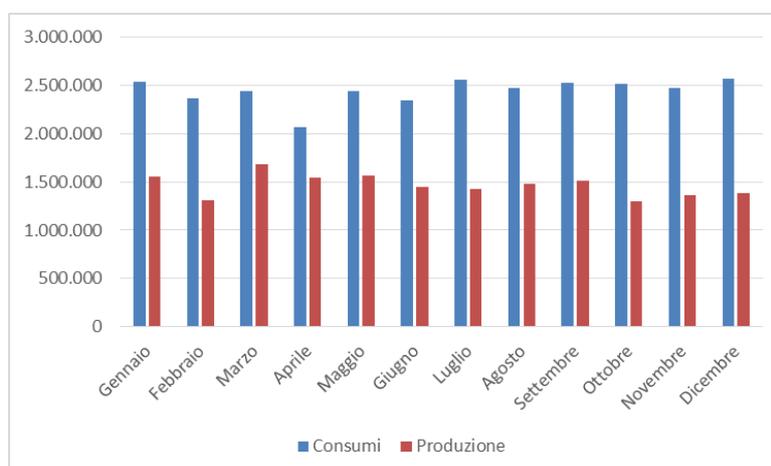


Immagine 95– Bilancio energetico elettrico mensile [KWh] (Elaborazione propria)

### Bilancio energetico totale (elettrico + termico) e rispetto dei requisiti minimi

La tabella sotto riportata riepiloga i dati di produzione e consumo di energia elettrica e termica annuali; il grafico sotto riportato mette insieme i dati di consumo e produzione di energia elettrica e termica annua; in questo scenario circa il 77.3% dell'energia consumata annualmente verrebbe prodotta dai membri della comunità; si sottolinea che tale valore cresce rispetto al solo bilancio elettrico in quanto l'energia termica viene sempre autoprodotta dai membri della comunità con caldaie termiche interne. Da tenere in considerazione che per quanto riguarda i consumi e produzioni termiche mancano sempre i dati della sede A2 dell'azienda A, quelli dei Comuni di Pomaretto, Vigone, Cercenasco e San Pietro Val Lemina e quelli degli utenti privati.

Da sottolineare che però il peso di questi soggetti rispetto a quello delle aziende è molto minore quindi è pensabile che si possa comunque rispettare il criterio riguardante la produzione da FER minima che con i dati attuali in questo scenario ben al di sopra del minimo richiesto.

	Consumo/produzione annuale
Consumi_el	29.3
Consumi_ter	23.9
<b>Consumi_tot</b>	<b>53.3</b>
Produzione_el	17.6
(produzione_el_da_fer)	17.5
Produzione_ter	23.6
(produzione_ter_da_fer)	3.7
<b>Produzione_tot</b>	<b>41.2</b>

Tabella 46– Consumi e produzioni elettriche e termiche annue [GWh] (Elaborazione propria)

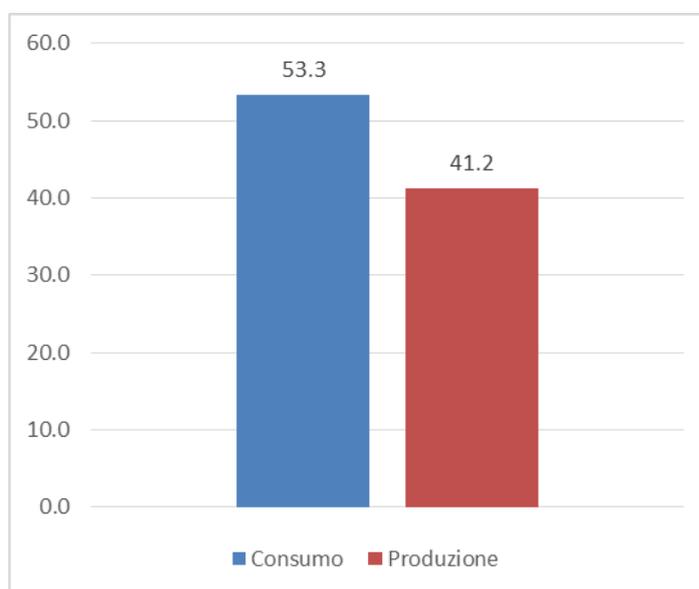


Immagine 96– Bilancio energetico globale annuo [GWh] (Elaborazione propria)

La tabella sotto riportata permette di verificare il rispetto dei requisiti minimi di legge.

Produzione annua SCENARIO [GWh]	Autoconsumo minimo (70% dell'energia prodotta) [GWh]	Consumo di energia SCENARIO [GWh]	Produzione da FER minima (35% della produzione annua) [GWh]	Produzione da FER SCENARIO [GWh]
41.2	28.9	53.3	14.4	21.2

Tabella 47– Controllo dei requisiti minimi di legge (Elaborazione propria)

Di seguito viene riportato il bilancio energetico globale su base mensile; anche in questo caso si nota che consumi e produzione di energia non sono bilanciati ugualmente in tutti i mesi; ad esempio nel mese di aprile ben l'86 % dell'energia consumata verrebbe prodotta dai membri della comunità mentre a luglio solo il 68.2 % dei consumi sarebbero coperti da energia prodotta all'interno della comunità.

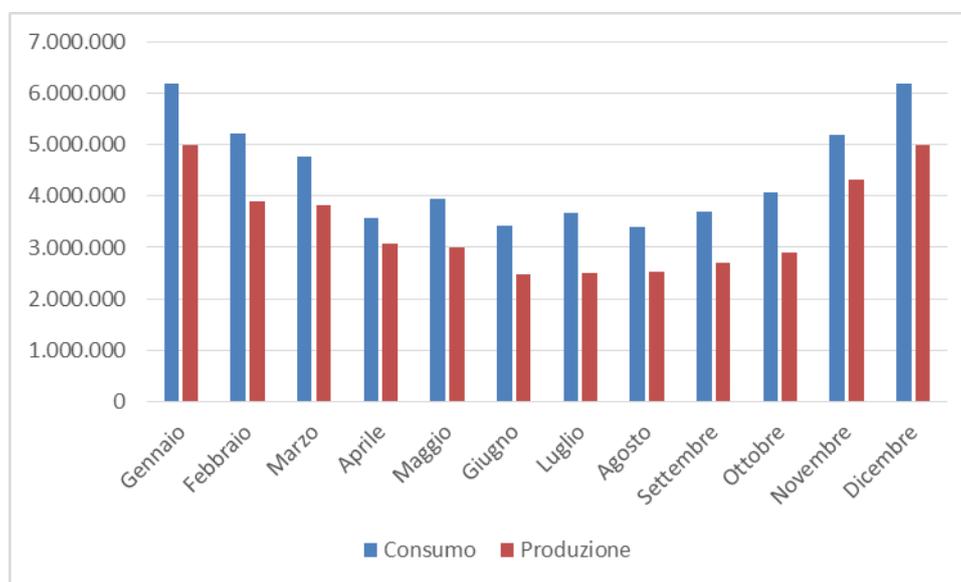


Immagine 97– Bilancio energetico globale mensile [KWh] (Elaborazione propria)

Peso dello scenario rispetto ai consumi e produzioni annue da FER dei 47 comuni del Pinerolese.

Nella tabella sotto riportata si è calcolato il peso percentuale dello scenario rispetto al totale dei consumi e delle produzioni di energia da FER dei 47 comuni del Pinerolese.

Consumo/produzione annuale [GWh]	Scenario 1	47 comuni del Pinerolese	peso % scenario 1
Consumi_el	29.3	702.38	4.2
Consumi_ter	23.9	800.73	3.0
Produzione_el_da FER	17.5	415.33	4.2
Produzione_ter_da FER	3.7	60.17	6.1

Tabella 48– Peso dello scenario rispetto ai 47 comuni del Pinerolese (Elaborazione propria)

### 3.1.2 Scenario 2

#### Composizione

Il secondo scenario è quello di medio termine e comprende 17 **aziende** per le quali sono stati riportati la sigla e la classificazione ATECO:

- azienda **A** nelle sedi A1, A2 e A3, classificazione E: FORNITURA DI ACQUA; RETI FOGNARIE, ATTIVITÀ DI GESTIONE DEI RIFIUTI E RISANAMENTO;
- azienda **G**, classificazione C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 10: INDUSTRIE ALIMENTARI;
- azienda **L**, classificazione I: ATTIVITÀ DEI SERVIZI DI ALLOGGIO E DI RISTORAZIONE;
- azienda **M**, classificazione Q: SANITA' E ASSISTENZA SOCIALE, 87: SERVIZI DI ASSISTENZA SOCIALE RESIDENZIALE;
- azienda **N** nelle sedi N1 e N2, classificazione G: COMMERCIO ALL'INGROSSO E AL DETTAGLIO; RIPARAZIONE DI AUTOVEICOLI E MOTOCICLI;
- azienda **S**, classificazione C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 25: FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO (ESCLUSI MACCHINARI E ATTREZZATURE);
- azienda **O**, classificazione C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 16: INDUSTRIA DEL LEGNO E DEI PRODOTTI IN LEGNO E SUGHERO;
- azienda **B**, classificazione C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 17: FABBRICAZIONE DI CARTA E DI PRODOTTI DI CARTA;
- azienda **C**, classificazione C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 10: INDUSTRIE ALIMENTARI;
- azienda **P** nelle sedi P1 e P2, classificazione C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 25: FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO (ESCLUSI MACCHINARI E ATTREZZATURE);
- azienda **Q**, classificazione C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 25: FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO (ESCLUSI MACCHINARI E ATTREZZATURE).
- azienda **D**, classificazione C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 24: METALLURGIA;
- azienda **E**, classificazione P: ISTRUZIONE;
- azienda **F** nelle sedi F1, F2 E F3, classificazione C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 22: FABBRICAZIONE DI ARTICOLI IN GOMMA E MATERIE PLASTICHE;
- azienda **H**, classificazione C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 22: FABBRICAZIONE DI ARTICOLI IN GOMMA E MATERIE PLASTICHE;
- azienda **I**, classificazione J: SERVIZI DI INFORMAZIONE E COMUNICAZIONE, 58: ATTIVITÀ EDITORIALI;
- azienda **R**, classificazione C: ATTIVITÀ MANIFATTURIERE, 25: FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO (ESCLUSI MACCHINARI E ATTREZZATURE).

La scelta di questo gruppo di aziende è basata su quelle aziende del territorio che hanno condiviso con il gruppo di ricerca i dati relativi ai loro consumi e produzione di energia.

Sono stati inseriti tutti i 47 **Comuni** del Pinerolese per i quali abbiamo a disposizione i dati di consumo relativi all'illuminazione pubblica che comunque rappresenta la maggioranza dei consumi di questi ultimi.

Sono poi stati inseriti i dati di consumo di tutte le **utenze domestiche** dei 47 Comuni.

Infine si è deciso di considerare tutti gli **impianti di produzione di energia elettrica e termica** da FER del pinerolese reperendo i dati di produzione annua a livello comunale dal sito Atla GSE.

<b>SCENARIO 2</b>		
<b>AZIENDE</b>		
<u>Località</u>	<u>Categoria</u>	<u>Codice</u>
Pinerolo	Prosumer	<b>A1</b>
Pinerolo	Consumatore	<b>A2</b>
Varie nei 47 Comuni	Consumatore	<b>A3</b>
Pinerolo	Consumatore	<b>B</b>
Luserna San Giovanni	Consumatore	<b>C</b>
Villar Perosa	Consumatore	<b>D</b>
Pinerolo	Consumatore	<b>E</b>
Pinerolo	Consumatore	<b>F1</b>
Luserna San Giovanni	Consumatore	<b>F2</b>
Luserna San Giovanni	Consumatore	<b>F3</b>
Villafranca Piemonte	Prosumer	<b>G</b>
Buriasco	Consumatore	<b>H</b>
Pinerolo	Prosumer	<b>I</b>
Cantalupa	Prosumer	<b>L</b>
Cantalupa	Prosumer	<b>M</b>
Cumiana	Consumatore	<b>N2</b>
Frossasco	Consumatore	<b>N3</b>
Luserna San Giovanni	Consumatore	<b>O</b>
Bricherasio	Consumatore	<b>P1</b>
Bibiana	Consumatore	<b>P2</b>
Pinerolo	Consumatore	<b>Q</b>
Pinerolo	Consumatore	<b>R</b>
San Secondo di Pinerolo	Consumatore	<b>S</b>
<b>COMUNI</b>		
Tutti i 47 del Pinerolese		
<b>UTENZE DOMESTICHE</b>		
Tutte le utenze domestiche dei 47 comuni		
<b>IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FER</b>		
Tutti gli impianti dei 47 Comuni		

*Tabella 49– Composizione dello scenario 2 (Elaborazione propria)*

## Consumi di energia

### - Dettaglio aziende

Osservando il grafico sotto riportato si nota come i consumi più elevati riguardano l'attività economica D (55 milioni di KWh), R è l'altra attività manifatturiera con i consumi più rilevanti pari a circa 26 mln di KWh.

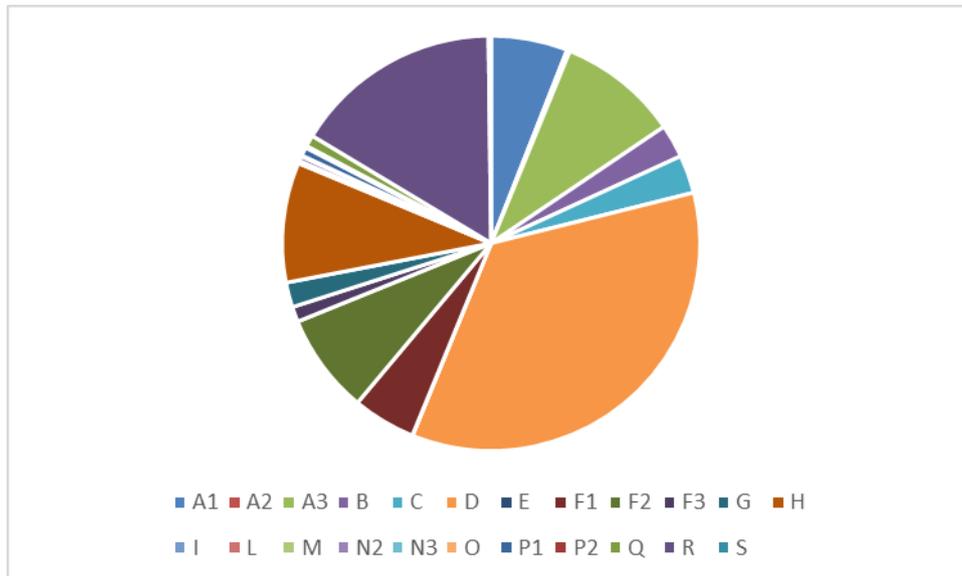


Immagine 98– Consumi elettrici annui aziende [KWh] (Elaborazione propria)

Per quanto riguarda i consumi delle attività economiche nei vari mesi si nota che questi sono abbastanza costanti con un valore di consumo mensile complessivo di circa 13 milioni di KWh. Solo il mese di agosto è caratterizzato da una diminuzione dei consumi rilevante dovuti al periodo di chiusura della maggior parte delle attività economiche per il periodo di ferie.

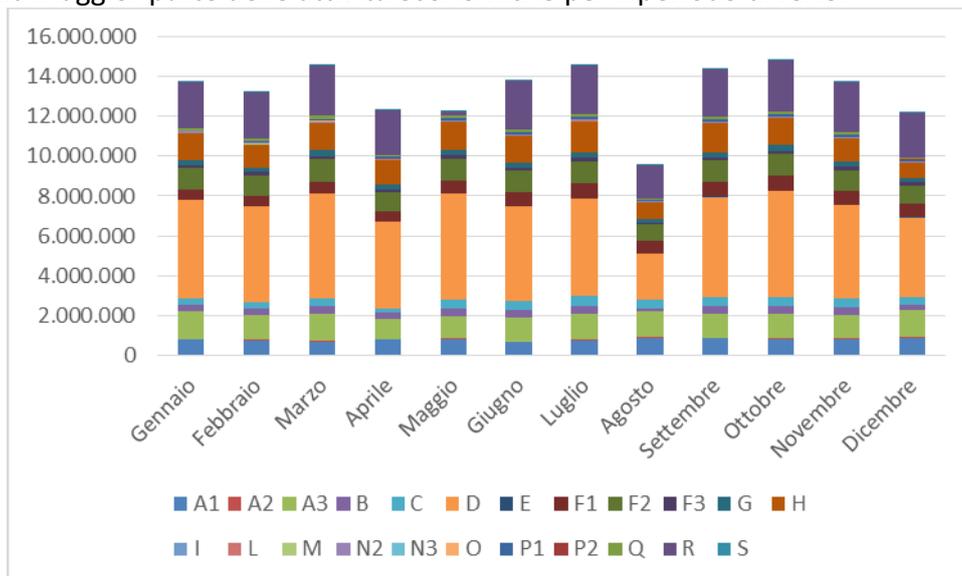


Immagine 99– Consumi elettrici mensili aziende [KWh] (Elaborazione propria)

- Dettaglio comuni (illuminazione pubblica)

Il consumo totale dei comuni, per quanto riguarda l'illuminazione pubblica è pari a 15.839.883 KWh all'anno. Di seguito viene riportato il dettaglio dei consumi su base mensile; in questo caso come già osservato in precedenza i consumi legati all'illuminazione pubblica diminuiscono nei mesi estivi e invece raggiungono il massimo nei mesi di dicembre e gennaio.

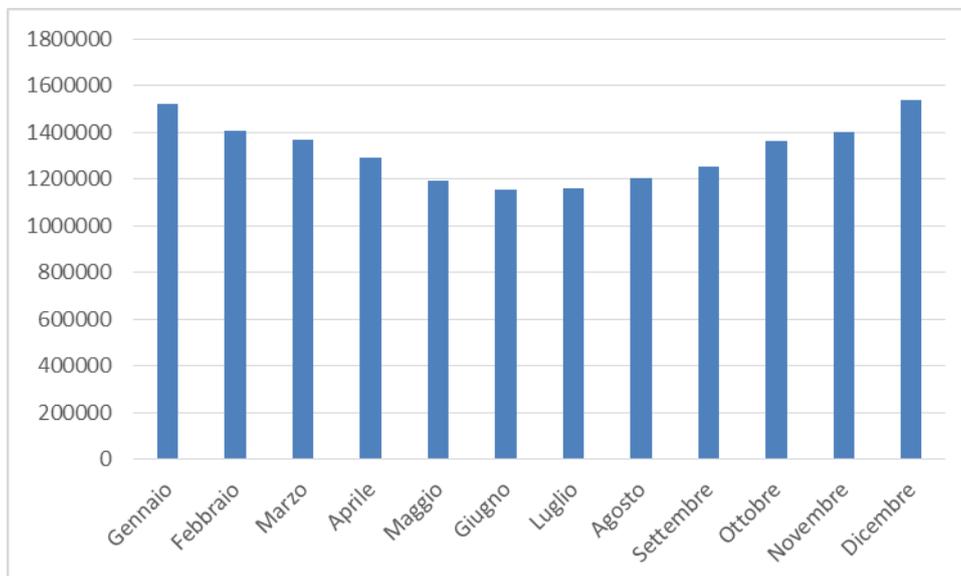


Immagine 100 – Consumi elettrici mensili comuni [KWh] (Elaborazione propria)

- Dettaglio utenze domestiche

Il consumo totale delle utenze domestiche è pari a 144.830.987 KWh all'anno. Di seguito viene riportato il dettaglio dei consumi su base mensile; in questo caso si osserva una tendenza all'aumento per i mesi invernali mentre il mese segnato dai consumi più bassi è quello di settembre.

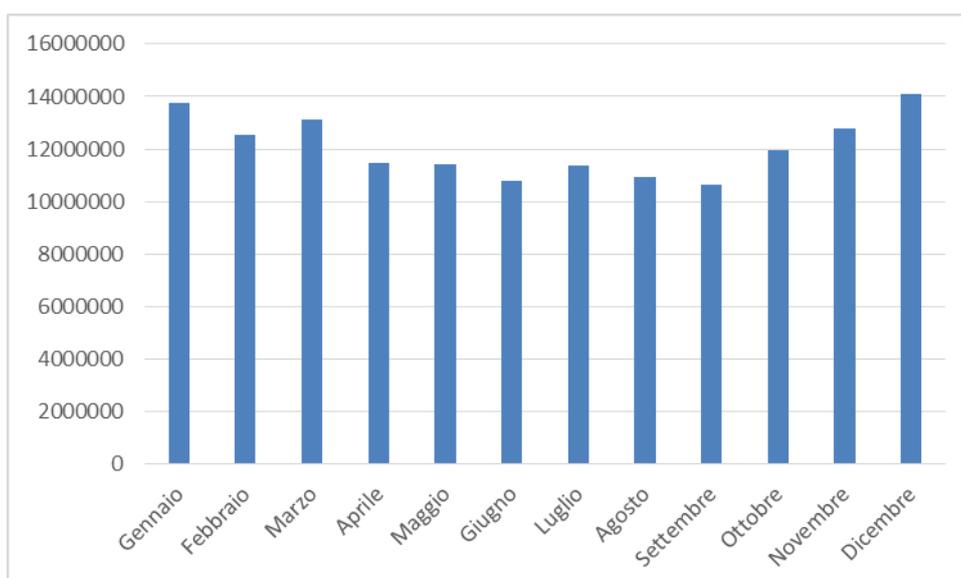


Immagine 101 – Consumi elettrici mensili utenze domestiche [KWh] (Elaborazione propria)

- Consumi elettrici totali dello scenario

I consumi elettrici totali dello scenario sono pari a 319.9 GWh, nel grafico a torta viene riportato il dettaglio per le diverse tipologie di stakeholder.

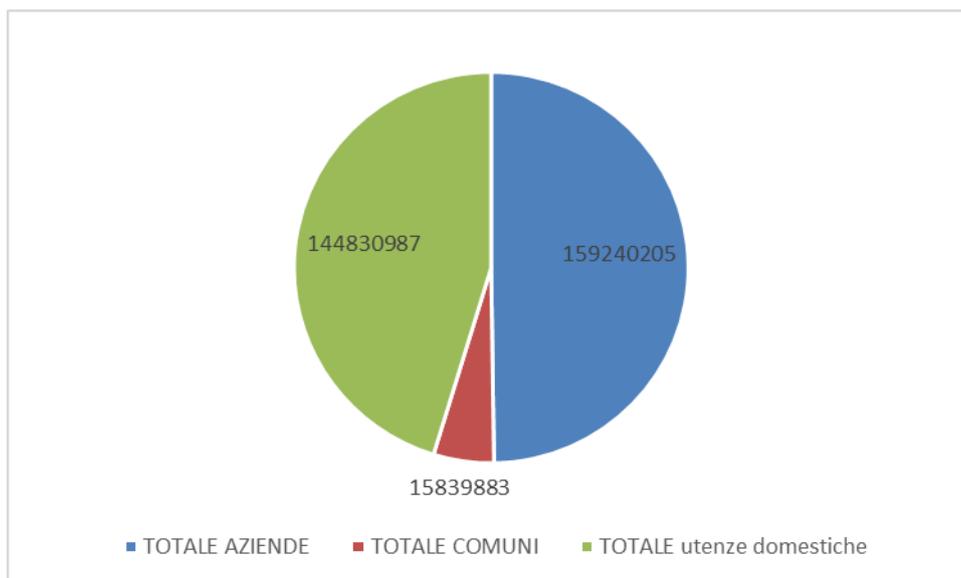


Immagine 102– Consumi elettrici totali annui scenario [KWh] (Elaborazione propria)

Per quanto riguarda il dettaglio mensile dei consumi elettrici totali si nota una leggera variabilità dei consumi che deriva principalmente dall'andamento dei consumi delle aziende prima riportato. Il mese di agosto è quindi quello caratterizzato dai consumi minori.

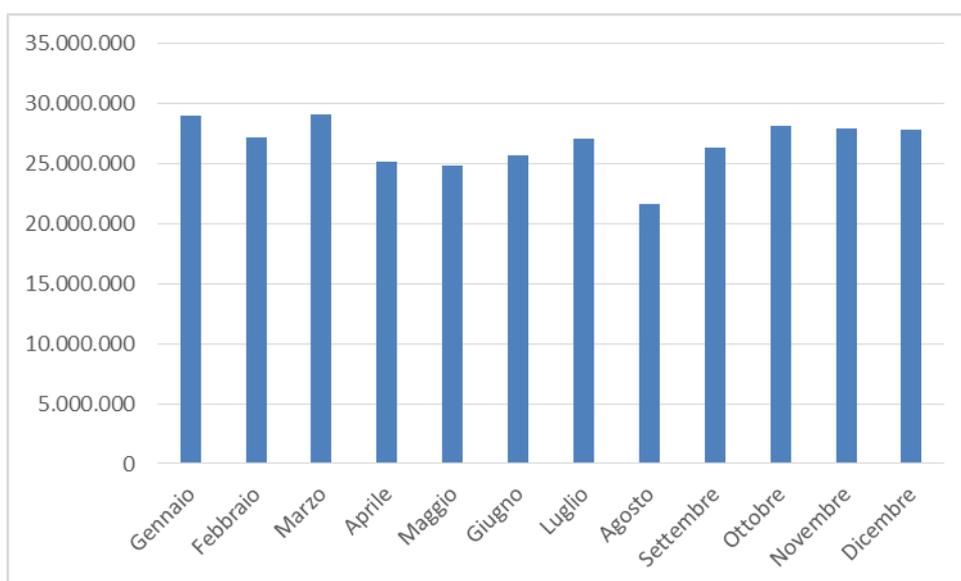


Immagine 103– Consumi elettrici totali mensili scenario [KWh] (Elaborazione propria)

- Consumi di energia termica totali dello scenario

I consumi termici totali dello scenario sono pari a 659.4 GWh, nel grafico a torta viene riportato il dettaglio per le diverse tipologie di stakeholders. Si nota che il peso delle utenze domestiche è preponderante rispetto a quello delle aziende diversamente da quanto accadeva per i consumi elettrici dove il peso delle due tipologie era simile.

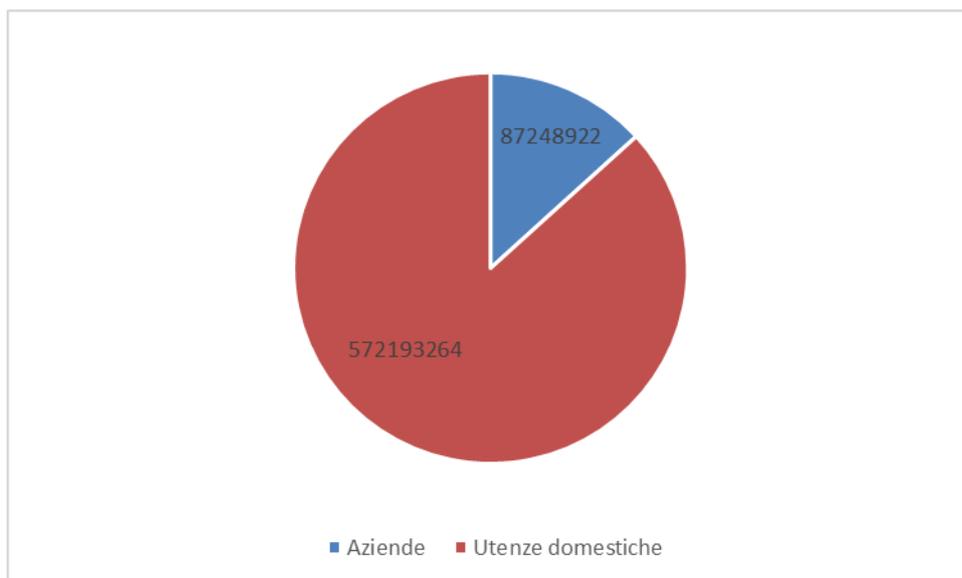


Immagine 104 – Consumi termici totali annui scenario [KWh] (Elaborazione propria)

Per quanto riguarda il dettaglio mensile dei consumi termici totali si nota anche in questo scenario una importante variabilità dei consumi che dipende dalle stagioni; è nei mesi invernali che si concentrano i consumi.

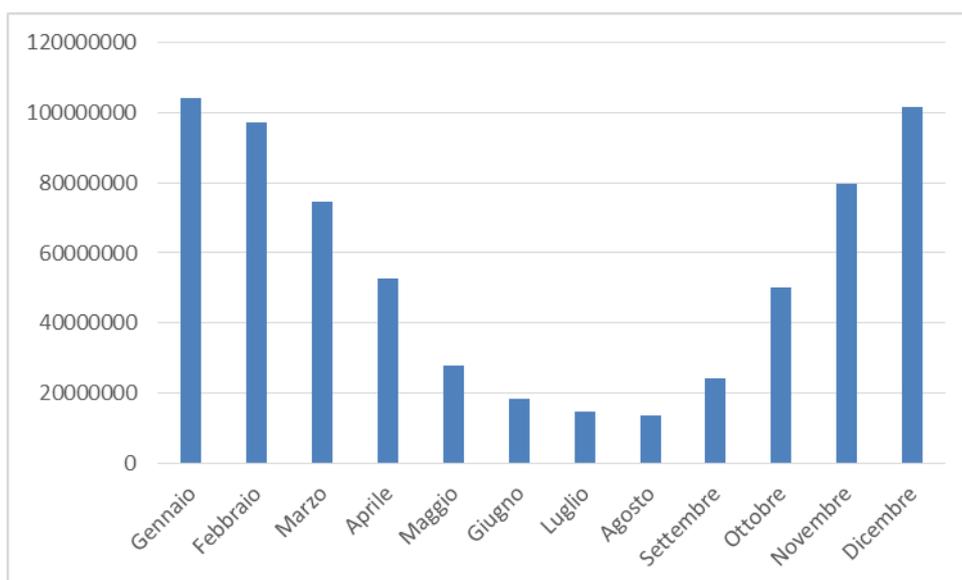


Immagine 105– Consumi termici totali mensili scenario [KWh] (Elaborazione propria)

## Produzione di energia

- Produzione elettrica totale scenario per fonte, dato annuale e dettaglio mensile

Il grafico a torta riguardante tutta l'energia prodotta non solo dalle aziende ma anche da tutti gli impianti di produzione presenti nel pinerolese mostra come ben il 43.6 % dell'energia prodotta deriva da idroelettrico; la seconda fonte, con il 31.3 % è la biomassa, la terza è il solare fotovoltaico.

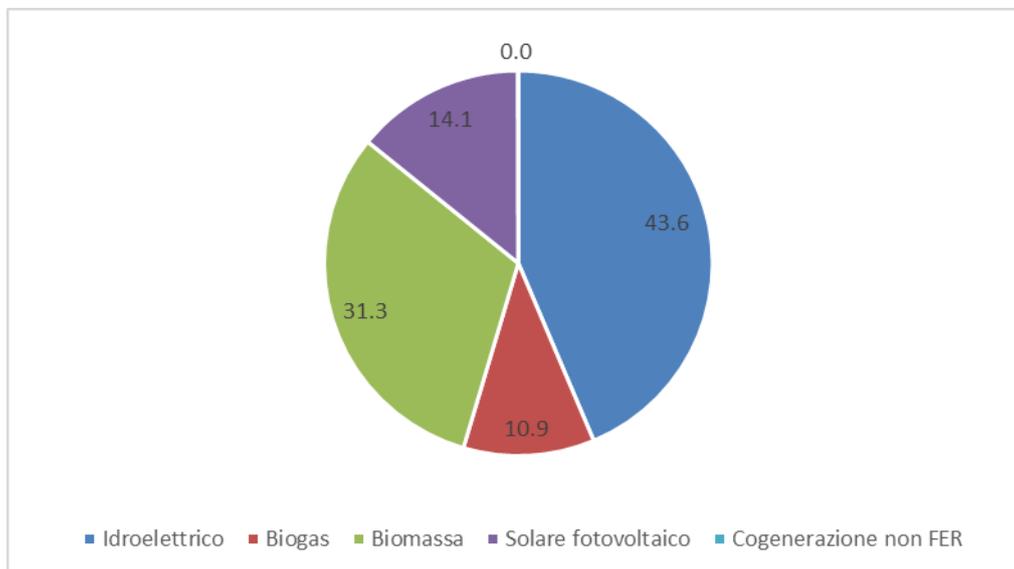


Immagine 106– Produzione elettrica annuale totale per fonte [%] (Elaborazione propria)

Il grafico sotto riportato mostra il dettaglio mensile della produzione elettrica totale dello scenario; si nota che la variabilità dei vari mesi dipende dall'andamento della produzione da idroelettrico che come visto ha un peso importante sulla produzione totale dello scenario. Si nota il caratteristico andamento della produzione da fotovoltaico (PV) minore nei mesi invernali e massima in quelli estivi. La produzione di energia elettrica dello scenario su base mensile varia dal massimo di luglio con circa 35.3 milioni di KWh prodotti al minimo di febbraio e settembre con circa 25 milioni di KWh prodotti.

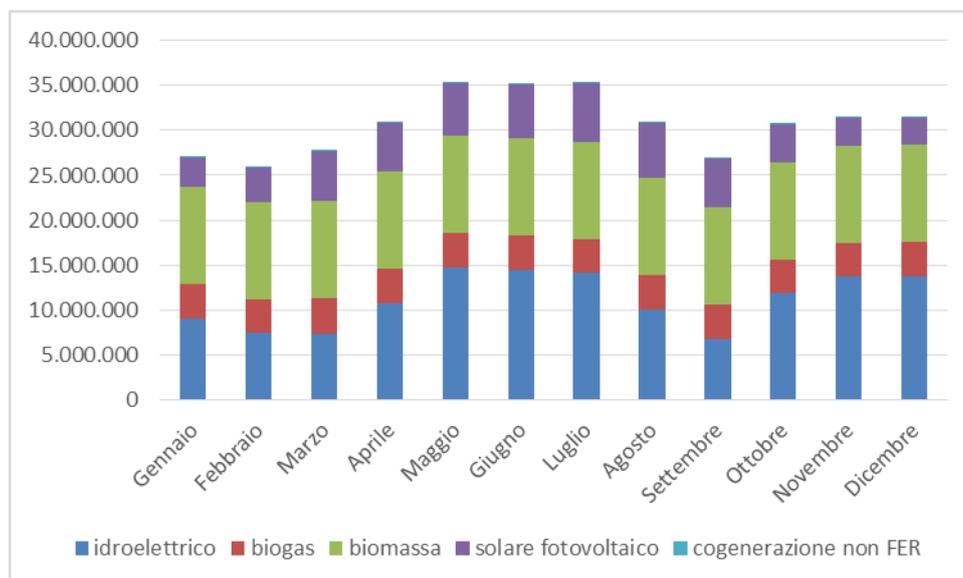


Immagine 107– Produzione elettrica mensile totale per fonte [KWh] (Elaborazione propria)

- Produzione termica totale scenario per fonte

Per quanto riguarda la produzione di energia termica la quantità prodotta, il peso dei diversi stakeholders e l'andamento mensile è uguale a quello individuato nella sezione dedicata ai consumi. Ciò che appare interessante sottolineare è il peso delle diverse fonti di produzione di energia termica; il grafico a torta sotto riportato mostra che la grande maggioranza del calore anche in questo scenario è prodotto con il metano (91.6 %); solo il teleriscaldamento e la biomassa raggiungono delle percentuali degne di nota pari rispettivamente al 3.8 e 4 %. In questo scenario solo l'8.4 % dell'energia termica è prodotta da FER.

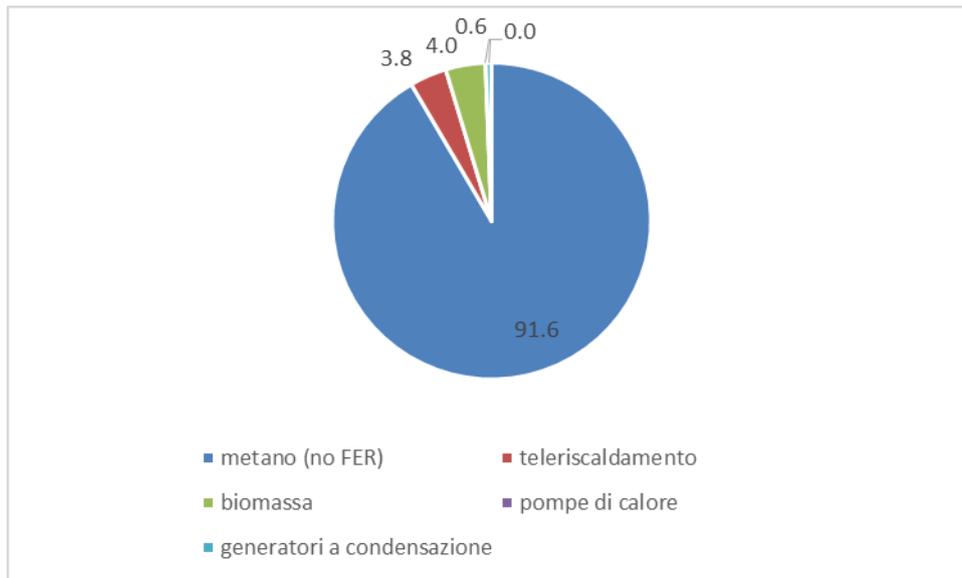


Immagine 108– Produzione termica annua per fonte di produzione [%] (Elaborazione propria)

## Bilancio energetico elettrico e rispetto dei requisiti minimi

Il grafico sotto riportato mette insieme i dati di consumo e produzione annua; in questo scenario circa il 77 % dell'energia prodotta annualmente verrebbe consumata dai membri della comunità.

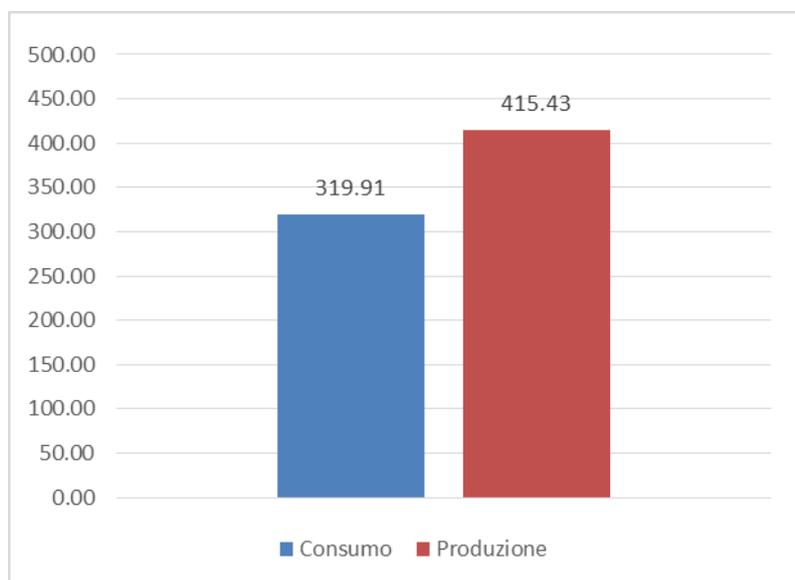


Immagine 109– Bilancio energetico elettrico annuo [GWh] (Elaborazione propria)

La tabella sotto riportata permette di verificare il rispetto dei requisiti minimi di legge.

Consumo elettrico minimo annuo [GWh]	Consumo elettrico annuo SCENARIO [GWh]	Produzione elettrica annua SCENARIO [GWh]	Autoconsumo minimo (70% dell'energia prodotta) [GWh]	Consumo di energia SCENARIO [GWh]	Produzione da FER minima (35% della produzione annua) [GWh]	Produzione da FER SCENARIO [GWh]
0.5 GWh	319.9	415.43	290.8	319.9	145.4	415.3

Tabella 50– Controllo dei requisiti minimi di legge (Elaborazione propria)

Di seguito viene riportato il bilancio energetico elettrico su base mensile; si nota che consumi e produzione di energia non sono bilanciati ugualmente in tutti i mesi; la produzione riesce a coprire il fabbisogno in tutti i mesi dell'anno a parte i mesi di gennaio, febbraio e marzo in cui i consumi superano la produzione.

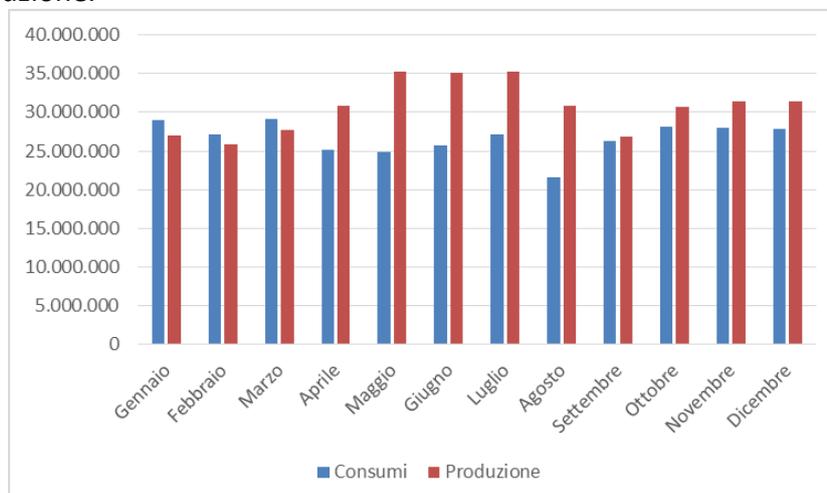


Immagine 110– Bilancio energetico elettrico mensile [kWh] (Elaborazione propria)

### Bilancio energetico totale (elettrico + termico) e rispetto dei requisiti minimi

La tabella sotto riportata riepiloga i dati di produzione e consumo di energia elettrica e termica annuali; in questo scenario circa il 86,6 % dell'energia prodotta annualmente verrebbe consumata dai membri della comunità; si sottolinea che tale valore cresce rispetto al solo bilancio elettrico in quanto l'energia termica viene sempre autoprodotta dai membri della comunità con caldaie termiche interne. Da tenere in considerazione che per quanto riguarda i consumi e produzioni termiche mancano sempre i dati della sede A2 dell'azienda A, quelli delle aziende O e P ed infine quelle degli edifici comunali dei 47 comuni inclusi nello scenario. Da sottolineare che però il peso di questi soggetti rispetto a quello delle aziende e di tutte le utenze domestiche di cui si dispone dei dati è molto minore quindi è pensabile che si possa comunque rispettare il criterio riguardante la produzione da FER minima che con i dati attuali in questo scenario è ben al di sopra del minimo richiesto.

	Consumo/produzione annuale
Consumi_el	319.91
Consumi_ter	659.44
<b>Consumi_tot</b>	<b>979.35</b>
Produzione_el	415.43
(produzione_el_da_fer)	415.33
Produzione_ter	715.56
(produzione_ter_da_fer)	60.17
<b>Produzione_tot</b>	<b>1130.99</b>

Tabella 51– Consumi e produzioni elettriche e termiche annue [GWh] (Elaborazione propria)

Il grafico sotto riportato mette insieme i dati di consumo e produzione di energia elettrica e termica annua.

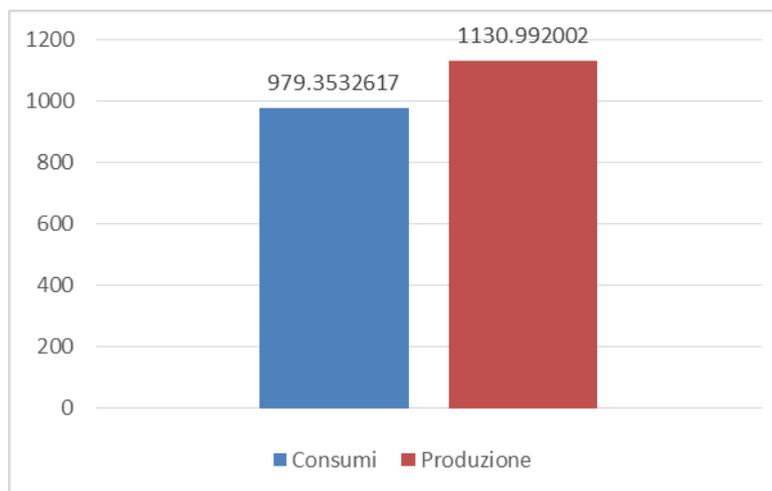


Immagine 111– Bilancio energetico globale annuo [GWh] (Elaborazione propria)

La tabella sotto riportata permette di verificare il rispetto dei requisiti minimi di legge.

Produzione annua SCENARIO [GWh]	Autoconsumo minimo (70% dell'energia prodotta) [GWh]	Consumo di energia SCENARIO [GWh]	Produzione da FER minima (35% della produzione annua) [GWh]	Produzione da FER SCENARIO [GWh]
1130.99	791.69	979.35	395.8	475.5

Tabella 52– Controllo dei requisiti minimi di legge (Elaborazione propria)

Di seguito viene riportato il bilancio energetico globale su base mensile; anche in questo caso si nota che consumi e produzione di energia non sono bilanciati ugualmente in tutti i mesi anche se è da sottolineare che in tutti i casi la produzione locale soddisfa il fabbisogno di energia; il mese in cui il valore del fabbisogno è più vicino a quello della produzione è quello di settembre.

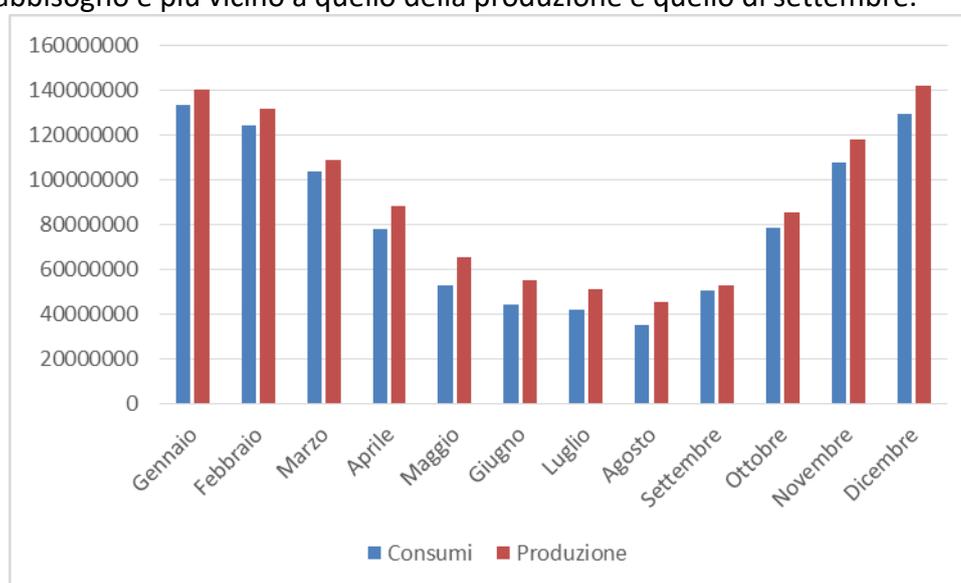


Immagine 112– Bilancio energetico globale mensile [KWh] (Elaborazione propria)

#### Peso dello scenario rispetto ai consumi e produzioni annue da FER dei 47 comuni del Pinerolese.

Nella tabella sotto riportata si è calcolato il peso percentuale dello scenario rispetto al totale dei consumi e delle produzioni di energia da FER dei 47 comuni del Pinerolese. Si nota che la produzione di energia da FER dello scenario è pari al 100% in quanto sono state incluse nello stesso tutti gli impianti di produzione di energia presenti nel pinerolese. Per quanto riguarda i consumi il peso dello scenario è molto elevato per i consumi termici (82.4% del totale) mentre riguarda circa la metà dei consumi elettrici del pinerolese.

Consumo/produzione annuale [GWh]	Scenario 2	47 comuni del Pinerolese	peso % scenario 2
Consumi_el	319.91	702.38	45.5
Consumi_ter	659.44	800.73	82.4
Produzione_el_da FER	415.33	415.33	100.0
Produzione_ter_da FER	60.17	60.17	100.0

Tabella 53– Peso dello scenario rispetto ai 47 comuni del Pinerolese (Elaborazione propria)

### 3.1.3 Scenario 3

#### Composizione

Il terzo scenario è quello di lungo termine nel quale si sono inseriti per i 47 comuni del pinerolese i consumi globali di energia e le produzioni globali di energia da FER a cui sono state aggiunte anche le produzioni potenziali di energia. Lo scenario, pur basandosi su dati annuali, è utile per comprendere se in futuro il pinerolese potrà produrre localmente e da sole fonti rinnovabili tutta l'energia di cui necessita.

Per quanto riguarda i consumi elettrici questi si dividono nei settori:

- terziario;
- residenziale;
- illuminazione pubblica;
- agricoltura;
- industria.

I consumi termici sono invece suddivisi in:

- riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria (usi domestici)
- uso tecnologico (artigianale/ industriale) + riscaldamento (altri usi).

La produzione di energia da FER nel pinerolese si divide in:

- energia elettrica e termica da biomasse solide;
- energia elettrica idraulica;
- energia elettrica da biogas;
- energia elettrica da solare fotovoltaico.
- energia termica da teleriscaldamento;
- energia termica da pompe di calore;
- energia termica da generatori a condensazione

Infine l'energia potenzialmente producibile da FER nel pinerolese è stata valutata per:

- energia elettrica e termica da biomassa forestale;
- energia elettrica e termica da biomassa agricola;
- energia elettrica e termica da rifiuti;
- energia elettrica da eolico;
- energia elettrica da fotovoltaico;

### Consumi di energia

- Consumi elettrici annui dello scenario

I consumi elettrici totali dello scenario sono pari a 702.38 GWh, nel grafico a torta viene riportato il dettaglio per le diverse tipologie di stakeholder. Si nota che il peso dei settori industriale, terziario e residenziale è preponderante rispetto agli altri.

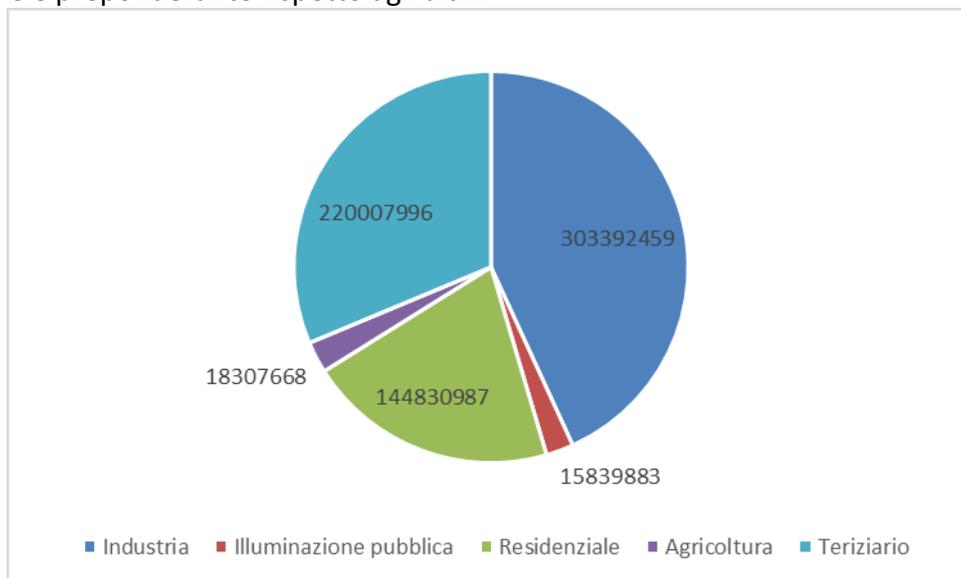


Immagine 113– Consumi elettrici totali annui scenario [KWh] (Elaborazione propria)

- Consumi di energia termica annua dello scenario

I consumi termici totali dello scenario sono pari a 800.73 GWh, nel grafico a torta viene riportato il dettaglio per le diverse tipologie di consumi. Si nota che il peso degli usi domestici è preponderante rispetto agli altri.

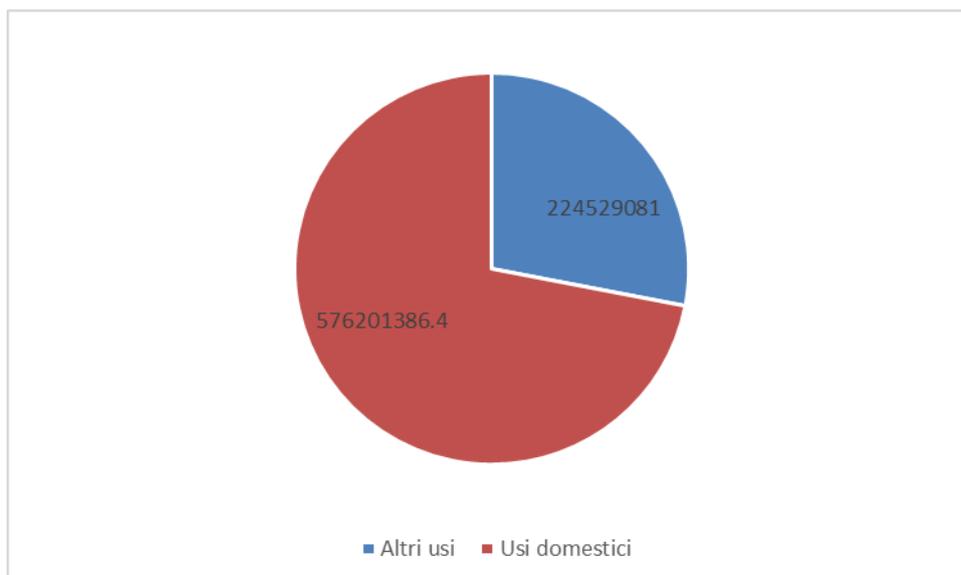


Immagine 114 – Consumi termici totali annui scenario [KWh] (Elaborazione propria)

### Produzione di energia

- Produzione elettrica totale scenario per fonte, dato annuale

In questo caso la produzione elettrica comprende sia l'energia elettrica già prodotta nel pinerolese che quella potenzialmente producibile. Per le fonti energetiche per le quali è stata calcolata l'energia potenzialmente producibile ma già esistono degli impianti che producono energia sfruttando almeno in parte la stessa risorsa, all'energia producibile calcolata è stata sottratta la quota di energia attualmente prodotta.

La grande maggioranza dell'energia producibile potrà derivare dal solare fotovoltaico che costituisce la metà dell'energia producibile totalmente da FER, altre due fonti sulle quali si potrà puntare sono la biomassa e l'idroelettrico.

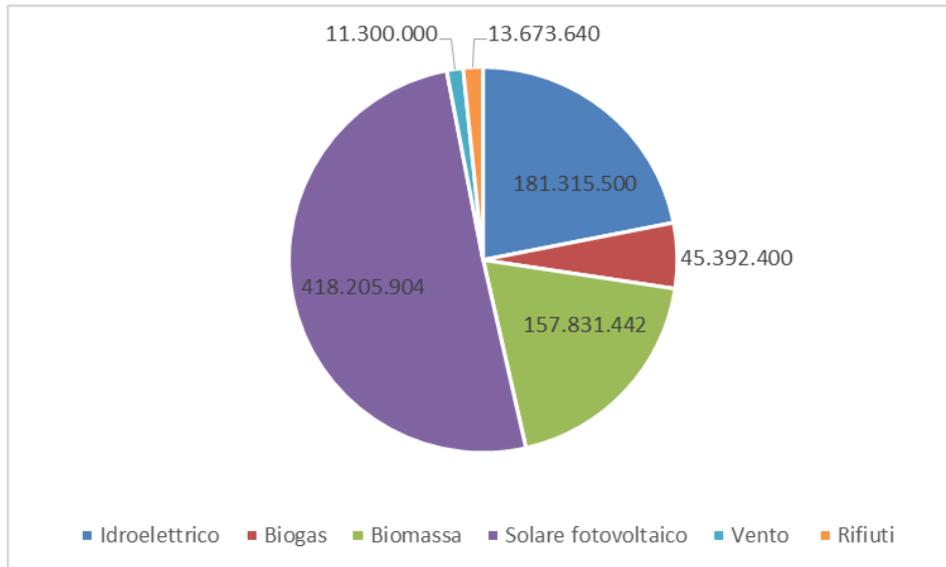


Immagine 115– Produzione elettrica annuale totale per fonte [KWh] (Elaborazione propria)

- Produzione di energia termica totale scenario per fonte, dato annuale

Anche in questo caso la produzione di energia comprende sia quella già prodotta nel pinerolese che quella potenzialmente producibile. Come prima, per le fonti energetiche per le quali è stata calcolata l'energia potenzialmente producibile ma già esistono degli impianti che ne producono, all'energia producibile calcolata è stata sottratta la quota di energia attualmente prodotta.

La grande maggioranza dell'energia termica prodotta nel pinerolese deriva dal metano che potrà essere sostituito in futuro principalmente dal calore prodotto da biomassa e poi trasportato con reti di teleriscaldamento. Tale processo però richiederà tempo ed investimenti di rilievo ed oggi appare difficile dotare un territorio disperso come il pinerolese di una fitta rete di teleriscaldamento.

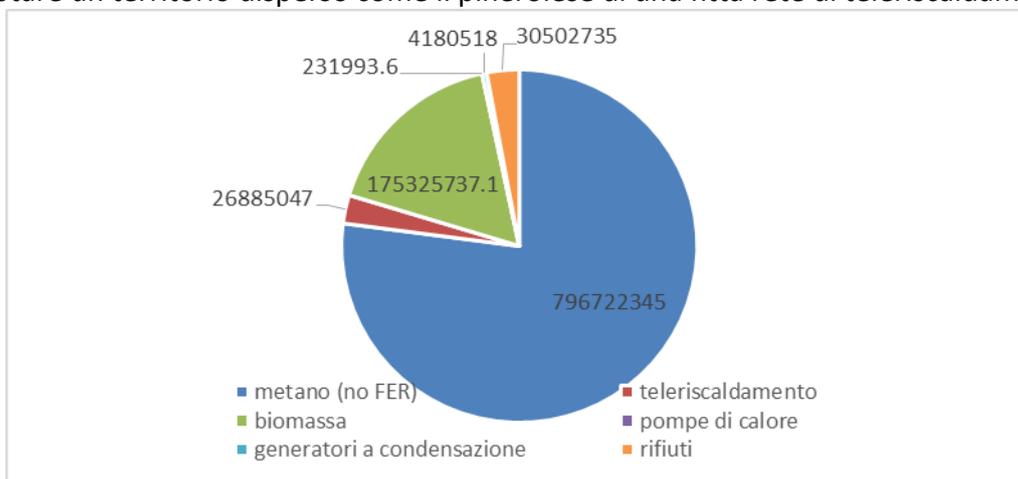


Immagine 116– Produzione elettrica annuale totale per fonte [KWh] (Elaborazione propria)

### Bilancio energetico elettrico e rispetto dei requisiti minimi

Il grafico sotto riportato mette insieme i dati di consumo e produzione annua; in questo scenario circa l'85% dell'energia prodotta annualmente verrebbe consumata dai membri della comunità.

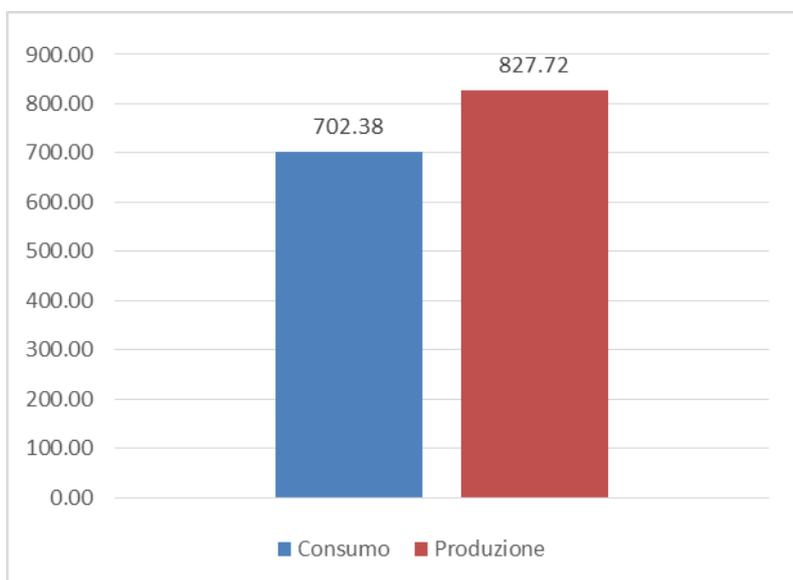


Immagine 117– Bilancio energetico elettrico annuo [GWh] (Elaborazione propria)

La tabella sotto riportata permette di verificare il rispetto dei requisiti minimi di legge.

<b>Consumo elettrico minimo annuo [GWh]</b>	<b>Consumo elettrico annuo SCENARIO [GWh]</b>	<b>Produzione elettrica annua SCENARIO [GWh]</b>	<b>Autoconsumo minimo (70% dell'energia prodotta) [GWh]</b>	<b>Consumo di energia SCENARIO [GWh]</b>	<b>Produzione da FER minima (35% della produzione annua) [GWh]</b>	<b>Produzione da FER SCENARIO [GWh]</b>
0.5 GWh	702.4	827.72	579.4	702.4	289.7	827.72

Tabella 54– Controllo dei requisiti minimi di legge (Elaborazione propria)

Bilancio energetico totale (elettrico + termico) e rispetto dei requisiti minimi

La tabella e il grafico sotto riportati riepilogano i dati di produzione e consumo di energia elettrica e termica annuali; in questo scenario circa il 80.7 % dell'energia prodotta annualmente verrebbe consumata dai membri della comunità.

	Consumo/produzione annuale
Consumi_el	702.4
Consumi_ter	800.7
<b>Consumi_tot</b>	<b>1503.1</b>
Produzione_el	827.7
(produzione_el_da_fer)	827.7
Produzione_ter	1033.8
(produzione_ter_da_fer)	60.2
<b>Produzione_tot</b>	<b>1861.6</b>

Tabella 55– Consumi e produzioni elettriche e termiche annue [GWh] (Elaborazione propria)

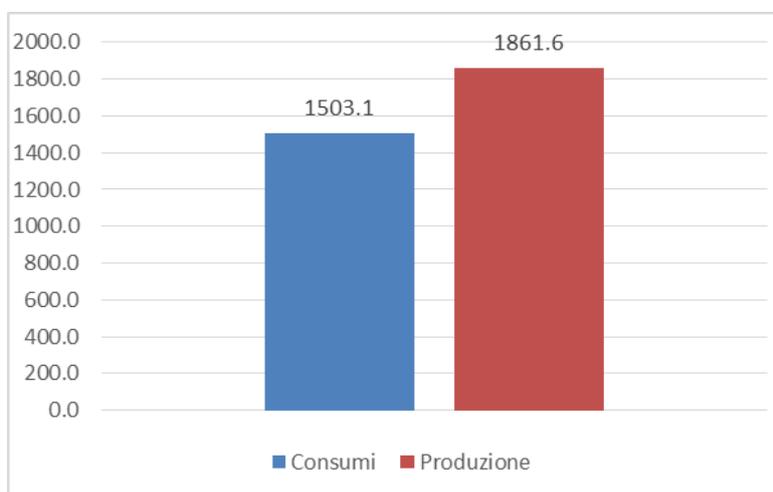


Immagine 118– Bilancio energetico globale annuo [GWh] (Elaborazione propria)

La tabella sotto riportata permette di verificare il rispetto dei requisiti minimi di legge.

Produzione annua SCENARIO [GWh]	Autoconsumo minimo (70% dell'energia prodotta) [GWh]	Consumo di energia SCENARIO [GWh]	Produzione da FER minima (35% della produzione annua) [GWh]	Produzione da FER SCENARIO [GWh]
1861.6	1303.1	1503.1	651.5	887.9

Tabella 56– Controllo dei requisiti minimi di legge (Elaborazione propria)

Peso dello scenario rispetto ai consumi dei 47 comuni del Pinerolese.

Nella tabella sotto riportata si è calcolato il peso percentuale dello scenario rispetto al totale dei consumi dei 47 comuni del Pinerolese. In questo caso non si è confrontato lo scenario con le produzioni di energia da FER del pinerolese in quanto questo scenario comprende già l'energia prodotta da tali impianti e aggiunge a questi l'energia elettrica e termica potenzialmente producibile. Per quanto riguarda i consumi la tabella conferma che lo scenario appena commentato li include totalmente.

<b>Consumo/produzione annuale [GWh]</b>	<b>Scenario 3</b>	<b>47 comuni del Pinerolese</b>	<b>peso % scenario 3</b>
Consumi_el	702.38	702.38	100.0
Consumi_ter	800.73	800.73	100.0

*Tabella 57 – Peso dello scenario rispetto ai 47 comuni del Pinerolese (Elaborazione propria)*

## Conclusioni

L'individuazione dei tre scenari di breve, medio e lungo termine sono l'effettiva conclusione del metodo di lavoro che si è seguito e la validazione della bontà dello stesso. Questa metodologia potrà quindi essere replicata tal quale su altre aree del Piemonte o (individuando i vincoli del territorio considerato) in qualsiasi altra area del mondo; da aggiungere che con questo modello i risultati ottenibili (scenari) dipendono dall'accuratezza e disponibilità dei dati di input.

La tesi, conclusa in un momento cruciale che vede sempre più vicina la data dell'istituzione della comunità energetica, ha individuato nell'ultimo capitolo un primo scenario che probabilmente permetterà alla comunità di nascere secondo la norma di legge. Sono anche stati individuati due scenari futuri verso i quali la comunità energetica potrà puntare nei prossimi anni riducendo sempre di più l'uso dei combustibili fossili e sfruttando pienamente le fonti rinnovabili disponibili localmente. I risultati ottenuti in questa tesi appaiono soddisfacenti perché rendono consapevole il territorio pinerolese di avere tutte le carte in regola per percorrere la strada che lo porterà a liberarsi dall'uso del petrolio come la politica locale ha deciso lo scorso aprile con la firma del protocollo di intesa della oil free zone. Questo studio potrà essere completato ed approfondito con l'obiettivo di inserire nel bilancio energetico dati orari di consumo e produzione che oggi sono solo disponibili per alcuni soggetti; tali dati saranno di fondamentale importanza per calcolare la quota di energia autoconsumata istantaneamente dalla comunità che permetterà una valutazione del risparmio economico. La valutazione oraria permetterà anche di valutare l'installazione di sistemi di accumulo di energia che potranno funzionare in quei momenti in cui la produzione di energia supererà il fabbisogno. Al di là dei temi puramente energetici il progetto di comunità energetica essendo, inoltre inserito, nel progetto oil free zone dovrà puntare all'attivazione di progetti di sviluppo sostenibile del territorio pinerolese che dovranno coinvolgere la cittadinanza e il tessuto economico che per primi dovranno appoggiare il progetto e sentirsene parte.

## Bibliografia e sitografia

[...o]= *risorsa online*

[...d]= *documento consultato*

[...s]= *sito internet*

[1s] <https://www.un.org/sustainabledevelopment/> (25-06-2019)

[2s] <https://ec.europa.eu/eurostat/web/sdi/affordable-and-clean-energy> (26-06-2019)

[3d] Direttiva UE 2018/2001 “sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili”

[4o] Legge 221/2015 “Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali”  
(<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2016/1/18/16G00006/sg>)

[5o] Legge Regionale n.12 del 03/08/2018

(<http://arianna.consiglioregionale.piemonte.it/ariaint/TESTO?LAYOUT=PRESENTAZIONE&TIPODOC=LEGGI&LEGGE=12&LEGGEANNO=2018>)

[6o] Delibera della Giunta Regionale n.18-8520/2019

(<http://www.legislazionetecnica.it/5426933/fonte/deliberaz-gr-piemonte-08-03-2019-n-18-8520>)

[7o] Report on financial barriers and existing solutions, REScoop 20-20-20 project

(<https://www.rescoop.eu/starters>)

[8o] Stefano Moronia, Valentina Alberti, Valentina Antonucci, Adriano Bisello, 2019. Energy communities in the transition to a low-carbon future: A taxonomical approach and some policy dilemmas. *Journal of Environmental Management* (236), 45-53

[9o] Markku Lehtonen, Laurence de Carlo, 2019. Community energy and the virtues of mistrust and distrust: Lessons from Brighton and Hove energy cooperatives. *Ecological Economics* (164)

[10o] Censimento Popolazione ed Abitazioni 2011 ISTAT

(<http://daticensimentopopolazione.istat.it/Index.aspx?lang=it>)

[11s] <http://www.comuni-italiani.it/soleluna/comune/001191> (20-08-2019)

[12s] [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/it/tools.html](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/it/tools.html) (20-07-2019)

[13s] [http://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/accesso-ai-dati/annali\\_meteoidrologici/annali-meteo-idro/banca-dati-meteorologica.html](http://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/accesso-ai-dati/annali_meteoidrologici/annali-meteo-idro/banca-dati-meteorologica.html) (10-07-2019)

[14s] [https://atla.gse.it/atlaimpianti/project/Atlaimpianti\\_Internet.html](https://atla.gse.it/atlaimpianti/project/Atlaimpianti_Internet.html) (10-07-2019)

[15o] Piano Energetico Ambientale Regionale

(<https://www.regione.piemonte.it/web/temi/sviluppo/sviluppo-energetico-sostenibile/proposta-nuovo-piano-energetico-ambientale-regionale-pear>)

[16s] <http://www.regione.piemonte.it/montagna/foreste/pianifor/info.htm> (10-06-2019)

- [17o] Pubblicazione “I boschi del Piemonte”  
(<https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/foreste/foreste-piemonte-economia-ambiente/boschi-legno-piemonte>)
- [18o] IPLA, Il\_modello\_BRUSA(Biomass Resources Use and Availability).pdf
- [19d] Diego Chiabrando, “Monitoraggio della centrale cogenerativa a biomassa di Luserna San Giovanni (TO)”
- [20o] [http://www.datigeo-piem-download.it/static/regp01/LCP2010\\_vector/Land\\_Cover\\_Piemonte\\_Classificazione\\_uso\\_suolo\\_2010\\_vector-GRID\\_LCP\\_2008-1-EPG32632-SHP.zip](http://www.datigeo-piem-download.it/static/regp01/LCP2010_vector/Land_Cover_Piemonte_Classificazione_uso_suolo_2010_vector-GRID_LCP_2008-1-EPG32632-SHP.zip)
- [21o] Ente Nazionale Risi - <http://www.progettobiomasse.it/it/pdf/studio/p1c2.pdf>
- [22s] <http://atlanteeolico.rse-web.it/> (3-07-2019)
- [23o] Ing. Andrea Nicolini, “Energia dai rifiuti”, Università degli studi di Perugia, 2014
- [24s] <https://www.catasto-rifiuti.isprambiente.it/index.php?pg=mnazione&aa=2017> (12-08-2019)
- [25s] <http://www.conorzioaceapinerolese.it/> (12-08-2019)
- [26o] [http://www.dsa.unipr.it/trezzo/uni\\_parma/capitoli/tecnologie/recupero\\_di\\_energia\\_dalla\\_combustione\\_di\\_rsu.htm](http://www.dsa.unipr.it/trezzo/uni_parma/capitoli/tecnologie/recupero_di_energia_dalla_combustione_di_rsu.htm)
- [27o] D.M. del 10/09/2010 “Linee guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili” (<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2010/09/18/10A11230/sg>)
- [28o] D.G.R. n. 3-1183 del 14/12/2010  
(<http://www.regione.piemonte.it/governo/bollettino/abbonati/2010/50/suppo1/00000001.htm>)
- [29o] D.G.R. n. 6-3315 del 30/01/2012  
(<http://www.regione.piemonte.it/governo/bollettino/abbonati/2012/05/siste/00000150.htm>)
- [30o] Legge 394/1991 “Legge Quadro sulle aree protette”  
(<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1991/12/13/091G0441/sg>)
- [31o] L.R. 12/1990 “Nuove norme in materia di aree protette”  
(<http://arianna.consiglioregionale.piemonte.it/base/leggi/l1990012.html>)
- [32o] L.R. 19/2009 “Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità”  
(<http://arianna.consiglioregionale.piemonte.it/base/coord/c2009019.html>)
- [33o] Piano di Gestione del Distretto idrografico del Fiume Po (PdG Po)  
(<https://pianoacque.adbpo.it/>)
- [34o] Piano di Tutela delle Acque della Regione Piemonte (PTA)  
(<https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/ambiente/acqua/piano-tutela-delle-acque-revisione-2018>)
- [35o] Piano d’Area del Parco Naturale della Val Troncea  
([https://www.parchialpicozie.it/contents/attachment/c5/piano\\_area.pdf](https://www.parchialpicozie.it/contents/attachment/c5/piano_area.pdf))

[36o] Piano d'Area Parco Naturale Orsiera Rocciavrè  
(<https://www.parchialpicozie.it/contents/attachment/c5/PianoAreaOrsiera.pdf>)

[37o] D.G.R. 2014, n.41-855 "Aggiornamento della zonizzazione del territorio regionale piemontese relativa alla qualita' dell'aria ambiente e individuazione degli strumenti utili alla sua valutazione, in attuazione degli articoli 3, 4 e 5 del d.lgs. 155/2010"  
([http://www.regione.piemonte.it/governo/bollettino/abbonati/2015/04/attach/dgr\\_00855\\_930\\_29122014.pdf](http://www.regione.piemonte.it/governo/bollettino/abbonati/2015/04/attach/dgr_00855_930_29122014.pdf))

[38o] Aree con elevato carico azotato  
([https://www.google.it/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjX\\_-Dr9NLkAhUDyqQKHqCdwQFjAAegQIBRAC&url=http%3A%2F%2Fwww.regione.piemonte.it%2Fgoverno%2Fbollettino%2Fabbonati%2F2002%2F07%2Fattach%2Fdc219a.doc&usg=AOvVaw3Dnbye8Q-qxKqDytGdtc3a](https://www.google.it/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjX_-Dr9NLkAhUDyqQKHqCdwQFjAAegQIBRAC&url=http%3A%2F%2Fwww.regione.piemonte.it%2Fgoverno%2Fbollettino%2Fabbonati%2F2002%2F07%2Fattach%2Fdc219a.doc&usg=AOvVaw3Dnbye8Q-qxKqDytGdtc3a))

[39o] Piano Paesaggistico Regionale (Ppr) (<https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/paesaggio/piano-paesaggistico-regionale-ppr>)