

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA**

**Facoltà di Ingegneria**

**Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica**



**ANALISI DEL POTENZIALE DELLE  
RISORSE RINNOVABILI IN  
PROVINCIA DI BELLUNO**

Laureando:  
Yuri Natalini

Relatore:  
Prof. Michele De Carli

Correlatori:  
Dott.ssa Samantha Graci  
Arch. Paola Agostini

Anno Accademico 2010-2011



*Desidero ringraziare innanzitutto il Professor De Carli per la disponibilità, la professionalità e per tutto l'aiuto fornito durante la stesura della tesi. Inoltre ringrazio sentitamente la Dottoressa Graci per le numerose ore dedicate alla mia tesi, per la presenza costante nel dirimere i miei dubbi durante il lavoro, per la disponibilità e per l'ottima collaborazione instaurata.*

*Ringrazio poi l'Amministrazione Provinciale di Belluno per l'ospitalità datami durante questi mesi di stage, in particolar modo l'ing. Tonus e il mio Tutor Aziendale arch. Agostini, sempre disponibile, cordiale, gentile e collaborativo.*

*Per concludere desidero ringraziare con affetto i miei genitori per il loro incrollabile sostegno morale ed economico, i miei familiari, i miei amici più cari, i compagni di squadra e di studi, che in cuor loro sanno di avermi sostenuto, aiutato, sopportato e per essermi stati vicini in ogni momento durante tutto il mio percorso universitario.*

*Yuri Natalini*



*Alla mia Famiglia*





## Sommario

Premessa.....	1
1. L'energia in provincia di Belluno .....	2
1.1. Energia idroelettrica .....	4
1.1.1. Generalità.....	4
1.1.2. L'idroelettrico in Italia e nel Veneto.....	7
1.1.3. La situazione in provincia .....	9
1.1.4. Le centrali idroelettriche ENEL.....	10
1.1.5. I piccoli impianti idroelettrici .....	14
1.1.6. Potenzialità.....	23
1.2. Solare termico.....	33
1.2.1. Generalità.....	33
1.2.2. La situazione in provincia .....	36
1.2.3. Numerosità degli impianti solari termici in provincia .....	41
1.2.4. Potenzialità.....	42
1.3. Solare fotovoltaico .....	45
1.3.1. Generalità.....	45
1.3.2. Il fotovoltaico in Italia e nel Veneto .....	47
1.3.3. Gli impianti in "conto energia" in provincia.....	50
1.3.4. Gli impianti off-grid in provincia.....	55
1.3.5. Potenzialità.....	56
1.4. Energia a biomasse.....	60
1.4.1. Generalità.....	60
1.4.2. La biomassa in Italia e nel Veneto .....	62
1.4.3. La situazione in provincia .....	65
1.4.4. Potenzialità.....	72



1.5.	Energia geotermica.....	85
1.5.1.	Generalità.....	85
1.5.2.	Il geotermico in Italia e nel Veneto.....	87
1.5.3.	La situazione in provincia.....	88
1.5.4.	Potenzialità.....	89
1.6.	Energia eolica.....	91
1.6.1.	Generalità.....	91
1.6.2.	Gli impianti in provincia di Belluno.....	93
1.6.3.	Potenzialità.....	94
1.7.	Le reti di teleriscaldamento.....	96
1.7.1.	Generalità.....	96
1.7.2.	Il teleriscaldamento in Provincia.....	97
2.	Il quadro normativo.....	99
2.1.	Quadro normativo delle incentivazioni per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.....	99
2.1.1.	Incentivazioni per impianti in esercizio dal 01/01/2008.....	99
2.1.2.	Tipo e durata dell'incentivazione.....	99
2.1.3.	Il sistema dei certificati verdi.....	100
2.1.4.	Il sistema della Tariffa Onnicomprensiva.....	101
2.1.5.	Indicazioni specifiche per l'incentivazione degli impianti fotovoltaici – Il conto energia 102	
2.1.6.	Incentivazioni per impianti in esercizio prima del 01/01/2008.....	104
2.1.7.	Altre indicazioni – cumulabilità, quote d'obbligo e impianti ibridi.....	105
2.2.	Quadro normativo delle incentivazioni per la produzione di energia termica da fonte rinnovabile.....	106
2.2.1.	La detrazione Irpef del 55%.....	106
3.	Consumi energetici in provincia di Belluno.....	108
3.1.	Consumi di prodotti petroliferi.....	109



3.2.	Consumi di gas metano .....	111
3.3.	Consumi elettrici .....	114
3.4.	Consumi biomassa legnosa .....	118
3.5.	Consumi nei trasporti .....	119
4.	Conclusioni censimento attuale e potenziale .....	121
5.	Bibliografia .....	124





## PREMESSA

Il presente lavoro si sviluppa in relazione alla costruzione del Piano Energetico Ambientale per la provincia di Belluno. Con l'approvazione delle norme tecniche del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP), del 23/03/2010, la provincia di Belluno si è impegnata alla redazione del Piano Energetico Ambientale Provinciale (PEAP).

Il PEAP viene redatto con lo scopo di promuovere la divulgazione di una cultura del risparmio energetico, prevedendo interventi che mirino alla riduzione dei consumi energetici, e di favorire un razionale utilizzo delle risorse energetiche del territorio, privilegiando l'impiego di fonti rinnovabili di energia e fornendo le linee guida di uno sviluppo sostenibile del territorio.

Il progetto del PEAP analizza da un lato i consumi energetici in provincia, e dall'altro l'utilizzo di risorse rinnovabili per la produzione di energia elettrica e termica, allo scopo di incentivare le risorse alternative rispetto alle fonti fossili, esauribili ed inquinanti.

In questa sede è trattata solo marginalmente l'analisi dei consumi energetici, l'attenzione è concentrata sulla determinazione dello stato attuale d'impiego delle fonti rinnovabili e sulla stima del loro potenziale.

Partendo da un documento preliminare redatto dall'ARPAV sulla situazione energetica in provincia di Belluno, e attraverso il coinvolgimento dei soggetti che si occupano di energia nel territorio, sono state effettuate le analisi sui consumi per vettore energetico, per anno e per settore merceologico, ottenendo uno scenario globale dei consumi, il più possibile dettagliato. Quindi è stata avviata la seconda parte del progetto, relativa al censimento su scala comunale degli impianti a fonte rinnovabile installati in provincia, all'analisi delle loro caratteristiche di potenza, producibilità e consumo di energie e alla loro georeferenziazione attraverso strumenti GIS.

Per ciascuna fonte energetica rinnovabile (FER), è stato analizzato il potenziale attraverso strumenti statistici, GIS e Autocad, individuando, a seconda della tipologia di impianto, le zone più favorevoli per l'installazione e ipotizzando i possibili scenari futuri.

Ci si attende un consumo energetico globale inferiore rispetto alle altre province venete, la presenza di una solida base di impianti a FER, soprattutto idroelettrici, e una forte incidenza della biomassa legnosa per l'orografia del territorio e per il cospicuo utilizzo tipico delle aree montane. Gli scenari futuri puntano preferibilmente proprio su queste due FER, ipotizzandone una buona disponibilità e inoltre sul solare termico e fotovoltaico che possono usufruire ancora degli incentivi statali.



## 1. L'ENERGIA IN PROVINCIA DI BELLUNO

La provincia di Belluno utilizza unicamente fonti di energia rinnovabile per la generazione di energia elettrica. Le fonti rinnovabili sfruttano l'energia di elementi naturali, quali acqua, sole e vento, e sono caratterizzate da un comportamento fortemente aleatorio perché sono influenzate dalle caratteristiche fisiche e geografiche del territorio e dall'andamento stagionale. Per queste ragioni le fonti energetiche rinnovabili presentano sia prestazioni istantanee sia producibilità annue fortemente variabili a seconda della localizzazione degli impianti.

Nella tabella 1, vengono confrontati il numero di impianti, le potenze installate e le potenzialità delle fonti energetiche rinnovabili (FER) presenti in provincia di Belluno rispetto al complessivo nazionale, la fonte è il "Rapporto sulle fonti rinnovabili" redatto dall'ENEA nel 2009. All'interno del comparto energetico provinciale, emerge l'importanza dell'idroelettrico che raggiunge quasi il 5% della producibilità nazionale.

**Tabella 1: Fonti energetiche rinnovabili - Confronto tra la situazione nazionale e quella del bellunese al 2009 (GSE, 2009)**

Fonte energetica		Italia	Belluno	BL/IT %
<b>Fotovoltaica</b>	Numero impianti	71.288	321	0,45%
	Potenza [MW]	1.144	2,40	0,21%
	Energia [GWh]	676	1,42	0,21%
<b>Eolica</b>	Numero impianti	294	3	1,02%
	Potenza [MW]	4.898	10,29	0,21%
	Energia [GWh]	6.543	13,74	0,21%
<b>Idroelettrica</b>	Numero impianti	2.249	79	3,51%
	Potenza [MW]	17.721	572,39	3,23%
	Energia [GWh]	49.137	2.383,14	4,85%
<b>Da biomassa</b>	Numero impianti	419	2	0,48%
	Potenza [MW]	2.019	24,23	1,20%
	Energia [GWh]	7.631	16,79	0,22%
<b>Geotermica</b>	Numero impianti	32	0	n.d.
	Potenza [MW]	737	0	n.d.



	Energia [GWh]	5.342	0	n.d.
<b>Totale FER</b>	Numero impianti	74.282	409	0,55%
	Potenza [MW]	26.519	599,33	2,26%
	Energia [GWh]	69.330	2.398,82	3,46%

A livello provinciale le principali fonti energetiche sono l'energia idroelettrica e le biomasse legnose. L'idroelettrico costituisce complessivamente oltre il 70% della totale energia prodotta, per mezzo sia di grandi centrali gestite dall'*ENEL* sia di impianti mini e micro idroelettrici gestite dal *BIM GSP*. La quota rimanente è coperta dalla biomassa legnosa che è utilizzata sia per la produzione di energia elettrica in centrali dendroelettriche sia per il riscaldamento domestico, come è logico aspettarsi in una provincia di montagna, anche se molto eterogenea come quella bellunese. Poco significativi, anche se in costante progresso, sono il geotermico, il solare termico e soprattutto il fotovoltaico, soprattutto grazie alle incentivazioni statali.

Per quanto riguarda le altre fonti rinnovabili, lo sfruttamento dell'energia eolica è molto limitato (attualmente esistono tre impianti pilota) a causa della scarsa ventosità che caratterizza la provincia, quasi del tutto assenti risultano le biomasse non legnose, che subiscono il predominio del legno, molto presente nel territorio, grazie anche ad un'elevata superficie boscata anche a quote facilmente accessibili.

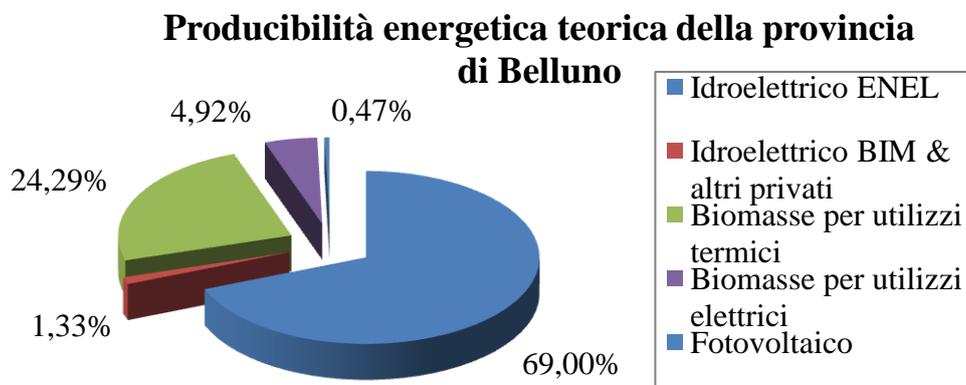
Quando si vogliono confrontare tra loro diverse tipologie di fonti energetiche, come spesso accade quando si ha a che fare con le risorse rinnovabili, è fondamentale introdurre un parametro che descriva in modo omogeneo le entità di ognuna di esse. La tabella 2 presenta la producibilità teorica di energia da fonti rinnovabili nel territorio della provincia di Belluno; essa mette in relazione due risorse molto diverse: l'idroelettrico (sia di grande sia di piccola scala) e la biomassa legnosa (separando l'uso per la produzione di energia elettrica da quello per la produzione di energia termica). La risorsa idroelettrica è descritta in termini di energia prodotta in un anno (kWh annui) mentre la biomassa legnosa è presentata in tonnellate annue di materiale utilizzato. Il parametro che permette di rendere confrontabili tali produzioni è l'energia primaria, che associa ad ogni termine considerato l'equivalente energia proveniente da fonte fossile. L'unità di misura dell'energia primaria è il tep (tonnellata di petrolio equivalente) definita come  $1 \text{ TEP} = 41.85 \text{ GJ}$ . Da tale equivalenza si ricavano i fattori di conversione per le altre unità di misura.

La conversione di energia elettrica in tep è convenzionalmente stabilita dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas tramite la Delibera EEN 3/08 del 20 marzo 2008 in  $0,187 \times 10^{-3} \text{ tep/kWh}$  nel caso

di energia destinata all'altro consumo e in  $0,148 \times 10^{-3}$  tep/kWh nel caso di energia elettrica immessa in rete.

**Tabella 2: Fonti energetiche rinnovabili - producibilità teorica nel Bellunese (GSE, Veneto Agricoltura, ENEL, BIM, ARPAV)**

FER		fattore di conversione	ktep
Idroelettrico ENEL	2.224,68 GWh	0,187	416,02
Idroelettrico BIM & altri privati	42,78 GWh	0,187	8,00
Biomassa legnosa per utilizzi termici	325.385 t	0,00045	146,42
Biomassa per utilizzi elettrici	158,5 GWh	0,187	26,64
Fotovoltaico	15,02 GWh	0,187	2,81
<b>Totale</b>			<b>602,88</b>



**Figura 1: ripartizione percentuale della producibilità energetica teorica in provincia di Belluno**  
(fonte GSE, Veneto Agricoltura, ENEL, BIM, ARPAV)

## 1.1. Energia idroelettrica

### 1.1.1. Generalità

In generale, gli impianti idroelettrici sfruttano l'energia potenziale meccanica contenuta in una portata di acqua, disponibile ad una certa quota rispetto al livello cui sono posizionate le turbine. La potenza di un impianto idraulico di questo tipo dipende da due fattori:



- il salto, ovvero il dislivello esistente fra la quota a cui è disponibile la risorsa idrica e il livello a cui la stessa viene restituita dopo il passaggio attraverso la turbina;
- la portata, ovvero il volume d'acqua che fluisce attraverso la macchina nell'unità di tempo.

Gli impianti possono essere classificati in base a diversi aspetti: la potenza elettrica installata, la modalità di presa e di accumulo delle acque, il salto disponibile, e la portata che interessa le turbine.

### **Classificazione in base alla potenza elettrica installata.**

Si parla in questo caso di *grande idroelettrico* quando la potenza installata è superiore a 10 MW e di *piccolo idroelettrico* per potenze inferiori a 10 MW. Quest'ultima classificazione si fraziona a sua volta in *mini-idroelettrico* con potenze non superiori al MW, e *micro-idroelettrico* con potenze inferiori ai 100 kW.

### **Classificazione in funzione della modalità di presa e d'accumulo delle acque.**

Gli impianti idroelettrici possono essere ad acqua fluente o a deflusso regolato. I primi sono privi di qualsiasi capacità di regolazione e la portata derivabile durante l'anno è funzione del regime idrologico del corso d'acqua, mentre negli impianti del secondo tipo le acque sono accumulate in un bacino idroelettrico posto a monte delle turbine e vengono rilasciate in base alle necessità di produzione.

### **Classificazione in funzione del salto di quota disponibile tra il prelievo e le turbine.**

Si possono avere impianti a bassa caduta e salti inferiori ai 50 m di altezza; media caduta e salti inferiori ai 250 m; alta caduta per altezze comprese tra i 250 e i 1.000 m ed infine impianti ad altissima caduta dotati di salti che superano i 1.000 m.

### **Classificazione in funzione della portata utilizzata.**

Si distinguono impianti di piccola portata per valori inferiori a 10 m<sup>3</sup>/s, media portata se compresi tra i 10 e i 100 m<sup>3</sup>/s, alta portata tra i 100 e i 1.000 m<sup>3</sup>/s ed infine impianti di altissima portata con valori superiori ai 1.000 m<sup>3</sup>/s.

Il rendimento globale di un impianto idroelettrico è definito dal rapporto tra la potenza elettrica immessa in rete e la potenza teorica producibile in funzione della portata e del salto disponibili. I moderni impianti idroelettrici raggiungono valori di rendimento compresi tra l'80% e il 90%, i più elevati tra le fonti rinnovabili.



In generale, un impianto idroelettrico è costituito da componenti civili e idrauliche (opere di presa, di convogliamento e di restituzione, centralina) e da opere elettromeccaniche (turbina, alternatore, quadri elettrici, sistemi di comando). Il numero delle diverse componenti e la loro complessità costruttiva e conseguentemente operativa nonché gestionale, variano in funzione della dimensione dell'impianto.

La componente che influisce in modo sostanziale nel rendimento di un sistema idroelettrico è la turbina idraulica il cui tipo varia in base alla portata utile e al salto disponibile. Si possono avere, in condizioni nominali, valori che si attestano tra lo 0,8 e 0,9 per gli impianti di grossa taglia, fino a valori tra lo 0,6 e 0,8 per le turbine adatte agli impianti mini-idroelettrici e 0,5 per quelle degli impianti micro-idroelettrici.

Tali rendimenti non sono direttamente confrontabili tra loro, infatti gli impianti di piccola scala, prevedono un uso dell'energia prodotta diverso da quello tipicamente industriale, soddisfano un fabbisogno locale, sfruttando portate limitate e salti anche di pochi metri, garantendo un basso impatto ambientale e non apportando modifiche all'uso del corso d'acqua.

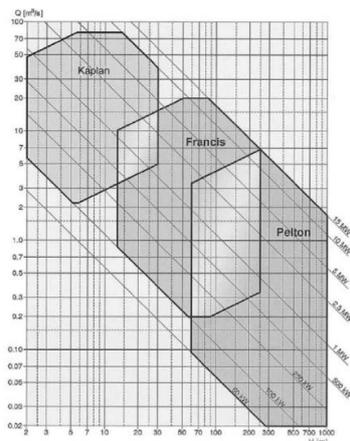
La turbina idraulica, che consente di trasformare l'energia potenziale dell'acqua in energia meccanica, è composta da un organo fisso (distributore), che regola la portata in arrivo alla girante e trasforma l'energia potenziale dell'acqua in energia cinetica, e da un organo mobile (girante) messo in azione dall'acqua in uscita dal distributore con la funzione di comunicare energia meccanica all'albero su cui è montata. Le turbine idrauliche sono classificate in:

*Turbina ad azione:* l'energia dell'acqua in uscita dal distributore è tutta cinetica (la trasformazione da potenziale a cinetica avviene nel passaggio attraverso un ugello che provoca un restringimento rispetto al diametro della condotta forzata). Lungo tutto il percorso attraverso la girante il fluido si trova a pressione atmosferica. Le classiche turbine ad azione adottate nella pratica sono le PELTON.

*Turbina a reazione:* l'energia dell'acqua in uscita dal distributore è parzialmente cinetica e parzialmente di pressione (la trasformazione da potenziale a cinetica che avviene nel distributore non è completa: l'acqua ne esce con una velocità minore rispetto alle turbine ad azione, ma dotata di una pressione non nulla). Le turbine a reazione lavorano completamente immerse in acqua e sono dotate nella loro parte terminale di un diffusore. Esistono numerose tipologie riconducibili a FRANCIS e AD ELICA (tra cui turbine KAPLAN).

*Macchine a gravità*: le viti idrauliche lavorano per gravità; l'acqua viene fatta scendere all'interno delle camere dal livello più alto a quello più basso, di solito con un movimento relativamente lento. La forza di gravità, che in questo modo agisce sull'acqua, esercita un momento torcente sull'albero di trasmissione.

Il campo di applicazione, in funzione di salto e portata, è riportato nella figura 2.



**Figura 2: campo di applicazione delle turbine Pelton-Francis-Kaplan**

Mentre gli impianti di piccola taglia sebbene siano caratterizzati da rendimenti più contenuti, garantiscono un basso impatto ambientale, gli impianti idroelettrici di taglia maggiore al contrario realizzano sul territorio effetti non trascurabili. In particolare la derivazione di acqua da un torrente può ridurre di molto la portata nel tratto di alveo che va dall'opera di presa a quella di restituzione, con possibili effetti sulla vita del corpo idrico e sulla qualità delle acque. Solitamente gli impianti di grossa taglia sono dotati a monte di uno sbarramento e di un lago artificiale più o meno ampio che rappresenta la riserva idrica al servizio della centrale.

### 1.1.2. L'idroelettrico in Italia e nel Veneto

Secondo le fonti del *Gestore dei Servizi Elettrici (GSE)*, in Italia dal rapporto statistico conclusosi nel 2009, la producibilità da fonte idroelettrica è aumentata dal 2008, passando dai 41.623 GWh ai 49.137 GWh dove il 42% proviene da impianti ad acqua fluente, sebbene essi rappresentino solo il 27% della potenza installata.



Tra il 2008 e il 2009 la numerosità degli impianti è aumentata del 3,0% (2.249 impianti) soprattutto a causa della realizzazione di piccoli e mini impianti. La potenza è aumentata dello 0,6% (17.721 MW installati). Dei 65 nuovi impianti entrati in esercizio nel 2009, ben 47 sono impianti ad acqua fluente di potenza inferiore o uguale ad 1 MW.

La composizione del parco impianti idroelettrico nazionale non ha subito, in termini di potenza, variazioni rilevanti. Gli impianti appartenenti alla classe maggiore di 10 MW rappresentano circa l'86% della potenza installata totale, sebbene abbiano cominciato a cedere qualche punto percentuale agli impianti appartenenti alla classe da 1-10 MW (dall'11 al 12%) e a quelli più piccoli ( $\leq 1$  MW) (dal 2 al 3%).

Nel futuro si prevede che verranno realizzati soprattutto piccoli e mini impianti idroelettrici, in linea con quanto accaduto negli ultimi anni.

L'analisi della dimensione media per classe di potenza evidenzia una discontinuità molto forte nella composizione del parco: i grandi impianti a serbatoio hanno taglia media pari a 88 MW e rappresentano il 44% della potenza totale installata in Italia, i piccoli impianti ad acqua fluente hanno taglia media pari a 366 kW e rappresentano il 56% del totale delle installazioni sul territorio nazionale.

Scendendo all'analisi dei dati del territorio regionale si nota, dalla tabella 3 sotto riportata, che nel Veneto si concentra il 9,3% della produzione idroelettrica rinnovabile dell'intero valore nazionale, cioè oltre 4.500 GWh (anno 2009). Con circa 1.100 MW di potenza totale installata in regione, la provincia più virtuosa è quella bellunese, data anche la conformazione territoriale favorevole, come si nota nella tabella seguente.

**Tabella 3: Idroelettrico nel Veneto – impianti, potenza e produzione (fonte GSE 2009)**

	<b>N° impianti</b>	<b>Potenza [MW]</b>	<b>Produzione [GWh]</b>
<b>Belluno</b>	<b>79</b>	<b>572,39</b>	<b>2.383,14</b>
Padova	4	5,32	29,48
Rovigo	0	0	0
Treviso	42	324,29	918,86
Venezia	0	0	0
Verona	11	125,82	835,33
Vicenza	65	74,43	417,66



### 1.1.3. *La situazione in provincia*

Lo sfruttamento dell'energia idroelettrica in provincia di Belluno risale ai primi anni del 1900 con la costituzione della ditta *SADE (Società Adriatica di Elettricità)* proprietaria anche di centrali in provincia di Treviso, in Friuli, Emilia Romagna e Puglia. Il suo primo impianto in provincia fu quello del torrente Caorame ora dismesso.

La realizzazione, nel 1919 del porto e del polo industriale di Porto Marghera e la conseguente richiesta di energia che determinò negli anni successivi, fino al 1962 (anno della nazionalizzazione del settore elettrico) e 1963 (anno del disastro del Vajont), diede grande impulso allo sviluppo del settore, con un'ininterrotta costruzione di grandi impianti e una crescita esponenziale della produttività idroelettrica.

Da rilevare che l'orografia del territorio provinciale di Belluno è molto favorevole all'installazione di impianti idroelettrici e alla realizzazione di bacini artificiali di accumulo che sono stati messi in comunicazione fra loro tramite una serie di numerosi canali e gallerie che collegano anche bacini idrografici diversi.

In corrispondenza della centrale di Soverzene (la centrale con la maggiore potenza installata in provincia) è presente una diversione delle acque turbinate che dal bacino del Piave vengono convogliate a quello del Livenza alimentando, tramite il lago di S. Croce, il sistema di centrali di Fadalto, Nove, San Floriano e che sono successivamente utilizzate a scopi irrigui.

Le tre centrali citate, anche se di notevole importanza e potenza, non vengono tenute in considerazione ai fini del presente studio in quanto sono ubicate all'esterno del territorio provinciale, così come per la centrale di San Gaetano di Valstagna che, pur utilizzando le acque del lago del Corlo, derivate dal torrente Cismon, si trova in provincia di Vicenza.

In seguito al Decreto legislativo 79 del 16 marzo 1999 il settore elettrico italiano è stato liberalizzato e da allora qualunque operatore può teoricamente realizzare centrali per la vendita autonoma di quanto prodotto ed inoltre il decreto ha stabilito l'obbligo di utilizzazione prioritaria dell'energia elettrica prodotta a mezzo di fonti energetiche rinnovabili.

Il principale effetto di tale normativa riscontrato in provincia di Belluno è quello di aver favorito lo sviluppo della produzione idroelettrica su piccola scala. È il caso dell'utilizzo di turbine di dimensioni ridotte posizionate su torrenti di montagna. Inoltre è stato dato impulso allo sfruttamento, dove possibile, di salti d'acqua delle condotte ad uso potabile. Questi ultimi impianti di tipo mini e micro, sono di semplice realizzazione e come accennato in precedenza, hanno un impatto pressoché inesistente e non modificano l'uso dei corsi d'acqua.

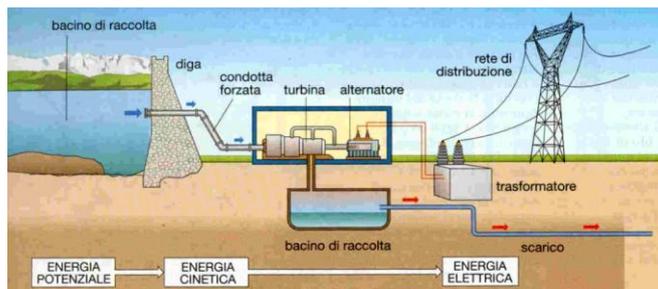


Figura 3: schema del funzionamento di un impianto idroelettrico a deflusso regolato

#### 1.1.4. Le centrali idroelettriche ENEL

Attualmente nel territorio provinciale sono presenti 27 grandi impianti e 9 mini impianti gestiti dall'*ENEL*. Questi ultimi sono stati realizzati per lo più per recuperare differenze di quota nell'immissione delle acque scaricate e spesso sono affiancati o inclusi nelle strutture dei grandi impianti.

La potenza nominale dei 36 impianti *ENEL* è di 554 MW con una producibilità media annua di 2.225 GWh. Si ricorda che non sono tenute in considerazione le centrali che, pur utilizzando le acque provenienti dal bellunese sono ubicate fuori dal territorio provinciale. Si tratta di sei impianti, sempre di proprietà di *ENEL*, cinque dei quali situati in Provincia di Treviso (Fadalto, Nove, Nove Nuova, S.Floriano N., S.Floriano V.) e impiegano le acque del Piave e una centrale in Provincia di Vicenza (Cavilla) che sfrutta l'acqua del Torrente Cison.

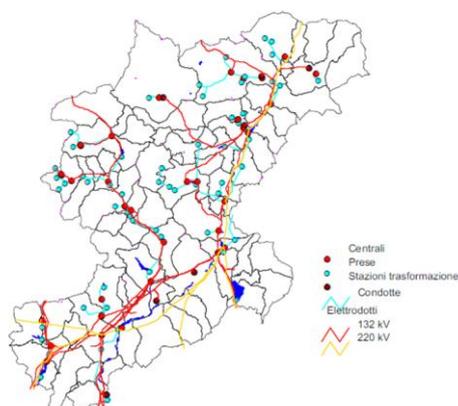


Figura 4: localizzazione delle centrali idroelettriche, prese, condotte, stazioni di trasformazione e delle principali linee elettriche ENEL in provincia di Belluno (fonte ENEL)



Tabella 4: censimento degli impianti idroelettrici di proprietà ENEL situati nel territorio della provincia di Belluno (fonte ENEL)

Comune	Potenza [kW]	Producibilità [kWh]	Salto [m]	Portata [m <sup>3</sup> /s]	Presa	Anno	Nome
Soverzene	210.000	717.300.000	286	88	Alto Piave, Boite, Maè	1951	Achille Gaggia
Agordo	24.000	113.300.000	155,5	24	Serbatoio del "Ghirlo"	1973	Agordo
Santa Giustina	300	1.200.000	81	1	"Veses"	2002	Altanon
Arsiè	34.000	148.500.000	134	30	Serbatoio del "Senaiga"	1955	Arsiè
Feltre	6.500	29.000.000	257,4	3	Torrente "Caorame"	1951	Arson 1
Feltre	400	2.200.000	52,4	1,1	Torrente "Caorame"	1951	Arson 2
Cesiomaggiore	1.200	6.000.000	8,6	16	Fiume "Piave"	2005	Busche
Cortina d'Ampezzo	2.000	11.200.000	273	1	Torrente "Costeana"	1948	Campo di Sotto
S.Stefano di Cadore	700	2.700.000	109,7	0,9	Torrente "Frison"	1954	Campolongo
Falcade	3.000	5.100.000	563,9	0,7	Serbatoio "Lago San Pellegrino"	1948	Cavia 1
Falcade	950	3.400.000	213,4	0,6	Serbatoio "Lago San Pellegrino"	1952	Cavia 2
Cencenighe Agordino	27.000	120.700.000	217	17	Torrente "Cordevole"	1939	Cencenighe
Calazo di Cadore	550	2.400.000	305,6	0,3	Torrente "Molinà" e Rio "Vedessana"	1954	Ciampato 1
Calazo di Cadore	1.300	5.200.000	136,9	1,5	Torrente "Molinà" e Rio "Vedessana"	1954	Ciampato 2
Longarone	1.000	5.900.000	237	0,6	Torrente "Desedan"	1920	Desedan
Forno di Zoldo	10.500	36.900.000	303,5	4,2	Torrente "Maè" e affluenti "Duran" e "Malizia"	1958	Forno di Zoldo
Castellavazzo	13.000	70.500.000	98,6	15	Torrente "Maè"		Gardona
Cesiomaggiore	1.500	4.800.000	90,2	2,4	Torrente "Caorame"	1954	La Guarda
Sedico	29.500	158.300.000	165,7	25	Torrente "Cordevole" e scarico	1943	La Stanga



					centrale Agordo		
Rocca Pietore	19.500	16.100.000	587	4,1	Torrente "Avisio"		Malga Ciapela 1
Rocca Pietore	500	980.000	337	4,1	Torrente "Ombretta"	1956	Malga Ciapela 2
Calazo di Cadore	560	4.200.000	57,4	1,5	Torrente "Molinà" e scarico centrale S.Giovanni	1949	Molinà
Sovramonte	17.000	115.200.000			Torrente "Cismon"		Moline
Falcade	2.700	14.000.000	358	0,9	Torrente "Biois", rivi "Valles" e "Valfreda" e diga del "Cavia"	1943	Molino
Fonzaso	900	4.200.000	58,3	2	Diga "Ponte Serra"	1907-1984	Pedesalto
Vigo di Cadore	32.000	138.800.000	140	30	Fiume "Piave" e affluente "Ansiei"	1976	Pelos
Auronzo di Cadore	8.700	45.100.000	165	7,1	Scarichi centrale "Somprade" e "Val da Rin" Torrente "Ansiei"	1957	Ponte Malon
Forno di Zoldo	6.000	34.600.000	99,4	11,7	Diga "Maè"	1960	Pontesei
Quero	30.000	177.900.000	58,92	61,4	Fiume "Piave" dallo sbarramento di Busche e "Sonna"	1960	Quero
Calazo di Cadore	2.100	9.700.000	123,6	2,6	Scarico centrale di "Ciampato"	1931	S.Giovanni
Rocca Pietore	13.000	34.800.000	457,5	3,5	Scarico centrale di "Malga Ciapela", Torrenti "Pettorina" e "Arei"	1953	Saviner
Auronzo di Cadore	8.500	37.800.000	289,1	3,6	Torrenti "Anisei", "Rudavoi", "Sorapis", "S.Vito", "Val Cengia", "Val Marzon"	1959	Somprade
Comelico Superiore	3.600	14.900.000	233,8	2	Torrente "Padola"	1954	Sopalù
Sospirolo	40.000	121.900.000	94	52,5	Serbatoio del "Mis" e Torrente "Cordevole"	1963	Sospirolo
Taibon Agordino	1.300	7.100.000	59	3,2	Torrente "Tegnas"	1955	Taibon

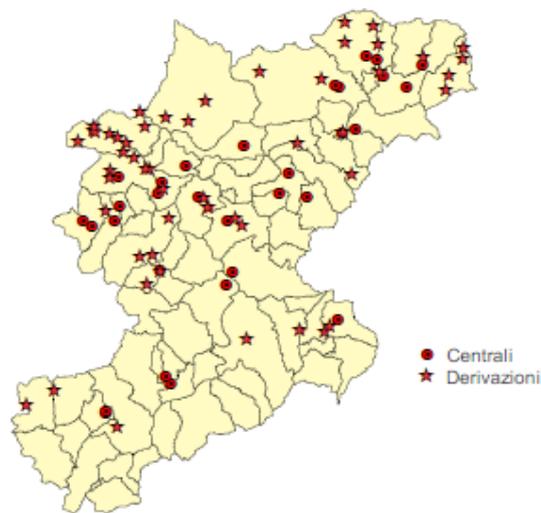


Auronzo di Cadore	550	2.800.000	78,7	0,9	Rii "Da Rin" e "Porse"	1958	Val da Rin
-------------------	-----	-----------	------	-----	------------------------	------	------------



Oltre alle centrali in funzione citate sono attive circa 50 concessioni per derivazione d'acqua a scopo idroelettrico per una potenza complessiva di oltre 8 MW di queste ultime non tutte sono in attività poiché si tratta, in parte, anche di impianti ancora in costruzione o impianti dismessi, di conseguenza non sono considerate nel computo totale.

Si riporta di seguito (figura 6) la localizzazione delle centrali minori e delle derivazioni in essere, dove si nota che la maggior parte di esse è ubicata nell'alta parte della provincia, in particolare Agordino e Comelico.



**Figura 6: localizzazione delle centrali idroelettriche in funzione di proprietà non ENEL e delle derivazioni in concessione nel territorio provinciale di Belluno (fonte BIM, ARPAV, Regione Veneto)**

Tabella 5: censimento degli impianti idroelettrici di proprietà non ENEL situati nel territorio della provincia di Belluno

Comune	Potenza installata [kW]	Producibilità [kWh]	Salto [m]	Portata [m <sup>3</sup> /s]	Presa	Nome
Alleghe	100	600.000			Torrente "Ru Col Aut"	Ru Col Alt
Auronzo di Cadore	400	2.750.000			Acquedotto "Crepa Marcia"	Crepa Marica
Chies d'Alpago	255	1.700.000	339,7	0,10	"Monte Teverone" galleria drenanta "Tessina"	Teverone
Comelico Superiore	50	200.000	316	0,04	Acquedotto "Rio Sasso"	Rio Sasso
Falcade	132	600.000	350	0,03	Acquedotto "Focobon"	Focobon
Forno di Zoldo	55	350.000			Acquedotto "Malisia-Ariet"	Malisa Ariet
Ospitale di Cadore	40	220.000	450	0,01	Acquedotto "Rui Bianco"	Rui Bianco
Rocca Pietore	63	400.000			Acquedotto "Serrai"	Serrai
S.Nicolò di Comelico	1.177	4.860.000			Torrente "Digon"	Digon
Santa Giustina	45	255.000	99,8	0,04	Acquedotto "Acque More"	Acque More
Santa Giustina	200	1.700.000				
Selva di Cadore	238	1.150.000			"Rio Cordon"	Rio Cordon
Vallada Agordina	45	377.000	350	0,006	Acquedotto "Pianezza"	Pianezza
Feltre	50	366.000			Acquedotto "Del Toro"	
Valle di Cadore	50	336.000		0,02	Acquedotto "Vallesina"	Vallesina
Canale d'Agordo	1.029	4.285.000			Torrente "Liera"	Liera
San Pietro di Cadore	90	600.000			Acquedotto "Cordevole di Visdende"	Cordevole di Visdende
Vigo di Cadore	1.100	6.000.000			Torrente "Piova"	Piova
Cibiana di Cadore	19	108.000			Acquedotto	



S.Stefano di Cadore	120	700.000			Torrente "Rio Giaio"	Rio Gaio
Zoldo Alto	40	250.000			Acquedotto "I Rui"	I Rui
Domegge di Cadore	6,4	18.000	29,4	0,03	Rio "Prà di Tuoro"	Rifugio Padova
Pedavena	1.600	9.000.000	327	0,51	Torrente "Colmeda"	Val Faont
Alano di Piave	785	5.500.000	4,5	34	Canale "Brentella"	Fener

Tabella 6: elenco delle concessioni per derivazione d'acqua a scopo idroelettrico (fonte Provincia di Belluno)

Concessionario	Comune	Corpo idrico	Utilizzo primario	Altro utilizzo	Prelievo [m <sup>3</sup> /s]	Potenza [Kw]
Privato	Alano di Piave	Tegorzo	Prodוז.En. Elettrica		n.d.	8,38
Privato	Alleghe	Fiorentina	Prodוז.En. Elettrica		2,100	377,72
Comune di Alleghe	Alleghe	Zunaia – Ru dell'Aiva	Prodוז.En. Elettrica	Industriale	0,600	337,8
Privato	Alleghe	Ru Col Alto	Prodוז.En. Elettrica		0,120	105,88
Comune di Auronzo	Auronzo di Cadore	S.Rocco	Potabile	Prodוז.En. Elettrica	0,085	279,4
Privato	Auronzo di Cadore	Vallin dei Toci	Prodוז.En. Elettrica		0,040	15,44
VTB Alpenrose	Auronzo di Cadore	Ansiei	Prodוז.En. Elettrica		0,098	40,34
Amm.Prov. Di Belluno	Belluno	Ardo	Pescicoltura	Prodוז.En. Elettrica	0,094	3,3
Comune di Belluno	Belluno	Ardo	Prodוז.En. Elettrica		0,649	180,8



Privato	Calalzo di Cadore	Antelao	Prodוז.En. Elettrica	Potabile	0,035	15,15
Assea	Chies d'Alpago	Fiunesia	Prodוז.En. Elettrica		n.d.	564,11
Comune di Chies d'Alpago	Chies d'Alpago	Trache	Potabile		0,005	0
Regola di Dosoledo	Comelico Superiore	Rio Rinfreddo	Prodוז.En. Elettrica		0,011	14,41
Cons.Acquedotto d'Azzon	Cortina d'Ampezzo	Rumerlo-Fedarola-Bai de Dones	Prodוז.En. Elettrica		0,045	81,1
Regole d'Ampezzo	Cortina d'Ampezzo	Boite	Prodוז.En. Elettrica		0,150	26,13
Privato	Feltre	Colmeda	Prodוז.En. Elettrica		0,400	15,69
Privato	Canale d'Agordo	Rif. Tegosa	Prodוז.En. Elettrica		0,150	19,64
Cons. Elettrico Civetta	Livinallongo	Cordevole	Prodוז.En. Elettrica		0,900	690,67
Cons. Idrico Sarè	Livinallongo	Rio Della Ferriera	Prodוז.En. Elettrica		0,140	69,12
Privato	Livinallongo	Rio Boè	Prodוז.En. Elettrica		0,092	50,8
Privato	Livinallongo	Rio Boè	Prodוז.En. Elettrica		0,098	16,91
Privato	Livinallongo	Cordevole	Prodוז.En. Elettrica		0,680	187,25
Privato	Livinallongo	Cordevole	Prodוז.En. Elettrica		0,150	127,18
Privato	Lorenzago di Cadore	Rin Della Pissa	Prodוז.En. Elettrica		0,004	6,08
Privato	Lozzo di Cadore	Rio Rin	Prodוז.Forza	Prodוז.En.	0,035	32,77



			Motrice	Elettrica		
Birra Dreher SpA	Pedavena	Colmeda	Prodוז.En. Elettrica		0,510	962,59
Privato	Pieve di Cadore	Tesa	Prodוז.Forza Motrice	Prodוז.En. Elettrica	0,268	16,81
Privato	Ponte nelle Alpi	S.Piero	Prodוז.En. Elettrica		0,060	6,03
Privato	Quero	Tegorzo	Prodוז.En. Elettrica		0,120	8,99
Cons. F.Ili Darù	Rocca Pietore	Pettorina	Prodוז.En. Elettrica		0,350	119,96
Privato	Rocca Pietore	Ru Val D'Arei	Prodוז.En. Elettrica		0,050	14,6
Regola Com.Fam. Di Costa	S.Nicolò di Cadore	Larice – Lavardo	Irrigazione	Prodוז.En. Elettrica	0,026	33,82
Comune di S.Stefano di Cadore	S.Stefano di Cadore	Sorgenti Cima Canal di Visdente	Prodוז.En. Elettrica		0,007	6,4
Comune di S.Stefano di Cadore	S.Stefano di Cadore	Gaio Ciodrate e Ruscelli Par.	Prodוז.En. Elettrica		0,700	97,97
Privato	S.Stefano di Cadore	Cima Canale	Prodוז.En. Elettrica	Potabile	n.d.	0,01
Comune di Sappada	Sappada	Ciuck	Prodוז.En. Elettrica	Potabile	0,005	6,24
Sappada 2000	Sappada	Rii Del Milpa e Ostans	Prodוז.En. Elettrica		0,123	144,07
Cons. Elettrico Civetta	Selva di Cadore	Cordon	Prodוז.En. Elettrica		0,220	251,03
Privato	Sovramonte	Rio Val Rosna	Prodוז.En. Elettrica		0,012	4,24
Cartonificio Pastalegno	Taibon Agordino	Tegnas e Levinal	Prodוז.En.		0,144	1362,35



			Elettrica			
Cartonificio Pastalegno	Taibon Agordino	Tegnas	Prodוז.En. Elettrica		0,108	788,86
Comune di Taibon Agordino	Taibon Agordino	Rio Le Fontane	Prodוז.En. Elettrica		0,056	11,97
Privato	Valle di Cadore	Vallesina	Prodוז.En. Elettrica		0,115	8,46
Privato	Vodo di Cadore	Rudan	Prodוז.En. Elettrica		0,045	11,95
Elettrica Dolomiti	Voltago Agordino	Sarzana	Prodוז.En. Elettrica		0,478	435,62
Privato	Voltago Agordino	Domadore	Prodוז.En. Elettrica		0,030	17,26
Zoldo Energy	Zoldo Alto	Torrente Maè	Prodוז.En. Elettrica		1,030	601,13



In considerazione dei citati impianti, c'è da precisare che recentemente il *GSE* ha emesso il bollettino riguardo le incentivazioni da fonte rinnovabile, per certificati verdi e tariffe onnicomprensive, aggiornato al 31/12/2010. In esso è presente l'elenco di tutti gli impianti qualificati in esercizio e in progetto, che vengono riportati di seguito a integrazione del censimento finora realizzato, con le eventuali modifiche apportate agli impianti già esistenti.

**Tabella 7: elenco degli impianti qualificati in esercizio al 31/12/2010 (GSE)**

<b>Comune</b>	<b>Potenza [kW]</b>
Alleghe	50
Auronzo di Cadore	430
Calalzo di Cadore	23
Canale d'Agordo	1.200
Cesiomaggiore	1.200
Chies d'Alpago	240
Comelico Superiore	37
Comelico Superiore	50
Cortina d'Ampezzo	70
Cortina d'Ampezzo	741
Falcade	31
Falcade	70
Feltre	73
Forno di Zoldo	30
Lamon	140
Livinallogno del Col di Lana	760
Livinallogno del Col di Lana	1.330
Lozzo di Cadore	13
Ospitale di Cadore	40
Ponte nelle Alpi	40
Rocca Pietore	70
Rocca Pietore	218
Rocca Pietore	250
Rocca Pietore	380
San Nicolò di Comelico	1.240
San Vito di Cadore	11
Santa Giustina	30
Santo Stefano di Cadore	60
Selva di Cadore	300
Vallada Agordina	40
Valle di Cadore	90
Vigo di Cadore	1.130
Zoldo Alto	40



Tabella 8: elenco degli impianti qualificati in esercizio esistenti modificati al 31/12/2010 (GSE)

Comune	Potenza [kW]	Azione intrapresa
Alleghe	200	riattivazione centrale
Auronzo di Cadore	306	rifacimento centrale
Cencenighe Agordino	30.000	potenziamento centrale
Livinallogno del Col di Lana	50	rifacimento centrale
Livinallogno del Col di Lana	40	riattivazione centrale
Pedavena	50	riattivazione centrale
Quero	30.400	potenziamento centrale
Rocca Pietore	13.000	potenziamento centrale
Santa Giustina	310	riattivazione centrale
Soverzene	218.940	potenziamento centrale

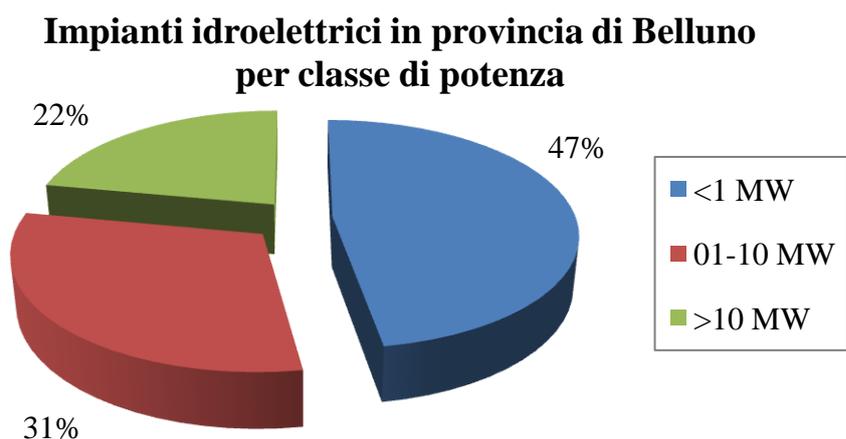
Tabella 9: elenco degli impianti qualificati a progetto al 31/12/2010

Comune	Potenza [kW]	Azione da intraprendere
Auronzo di Cadore	284	nuova costruzione
Borca di Cadore	1.742	nuova costruzione
Chies d'Alpago	827	nuova costruzione
Chies d'Alpago	2.558	nuova costruzione
Cibiana di Cadore	525	nuova costruzione
Cortina d'Ampezzo	778	nuova costruzione
Cortina d'Ampezzo	1.832	nuova costruzione
Falcade	1.250	nuova costruzione
Falcade	1.606	nuova costruzione
Farra d'Alpago	1.357	nuova costruzione
Forno di Zoldo	697	nuova costruzione
Gosaldo	1.063	nuova costruzione
Lonrenzano di Cadore	272	nuova costruzione
Pedavena	1.750	rifacimento centrale
Pedavena	1.750	rifacimento centrale
Santo Stefano di Cadore	1.355	nuova costruzione
Santo Stefano di Cadore	5.312	nuova costruzione
Selva di Cadore	451	nuova costruzione
Soverzene	226.780	rifacimento centrale
Sovramnote	1.487	nuova costruzione
Taibon	1.435	nuova costruzione

Valle di Cadore	488	nuova costruzione
Vigo di Cadore	470	nuova costruzione
Zoppè di Cadore	502	nuova costruzione

**Tabella 10: potenza installata e producibilità annua degli impianti idroelettrici in provincia di Belluno per gestore**

Gestore	Potenza installata [MW]	Producibilità annua [GWh]
ENEL	554	2.225
BIM	5,3	28
Altri	2,4	14
<b>TOTALE</b>	<b>562,7</b>	<b>2.267</b>



**Figura 7: inquadramento degli impianti per classe di potenza**

### 1.1.6. Potenzialità

Si è notato da quanto esposto fin'ora, l'importanza della risorsa idroelettrica in provincia, sia per la numerosità degli impianti già esistenti, che per gli sviluppi futuri che il territorio offre. Gli sviluppi futuri propendono all'installazione di piccoli impianti, mini e micro idroelettrici, sfruttando così i piccoli salti e senza deturpare l'ambiente con la costruzione di grandi centrali, avendo così basso impatto ambientale. Considerando anche le già numerose grandi centrali presenti, che usufruiscono a dovere del territorio.

I due bacini principali sono quelli del Piave e quello del Cordevole. La parte del Piave attraversante la provincia di Belluno, è grosso modo a carattere di torrente, con alveo relativamente stretto in cui discende rapidissimo; a valle di Longarone l'alveo si espande ed è generalmente di grande ampiezza, pur non cambiando la morfologia delle due pareti. I suoi maggiori affluenti sono, per la destra Piave: Padola, Ansiei, Lozzo; Boite, Maè, Ardo, Gresal, Cordevole, Veses, Caorame, Sonna e Calcino; per la sinistra: Piova, Gallina, Rai, Cicogna, Limana, Ardo.

I principali affluenti del Cordevole sono: Pettorina, Biois, Tegnás, Sarzana e Mis (di destra) e Andraz, Fiorentina, Rova e Bordina (di sinistra).

La disponibilità idrica e la producibilità idroelettrica della provincia, analizzata per bacino idrografico, possono essere stimate attraverso gli strumenti valutativi del RSE (*ENEA – Ricerca sul Sistema Elettrico*), i quali indicano il potenziale esaminando: i dati storici di precipitazione, per acquisire le informazioni riguardanti le portate dei corsi d'acqua, e la configurazione geomorfologica del bacino per quanto concerne i salti geodetici.

Di seguito sono rappresentate le mappe del Veneto riguardo: la potenzialità massima e la producibilità massima specifica, la quale si riferisce all'energia producibile rapportata alle dimensioni del bacino in esame, o meglio ancora al corso d'acqua che lo percorre.

Considerando i dati storici di precipitazione, le portate e i salti, i bacini con la maggior producibilità teorica sono: del Boite (attraverso i comuni di Cortina, S.Vito di Cadore, Borca di Cadore e Valle di Cadore); del Maè (nei comuni di Zoldo Alto, Forno di Zoldo e Longarone); della parte centrale del bacino del Cordevole (nei comuni di Cencenighe, Taibon Agordin, Agordo e La Valle Agordina); del Caorame a Cesiomaggiore e del tratto finale del bacino bellunese del Piave a Lentiai, Vas e Quero.

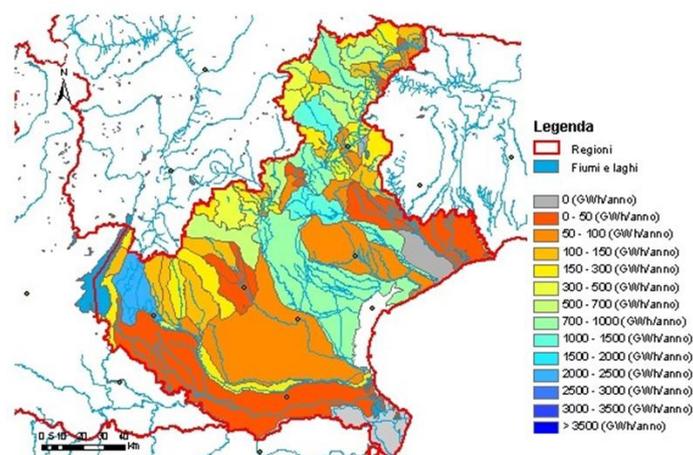
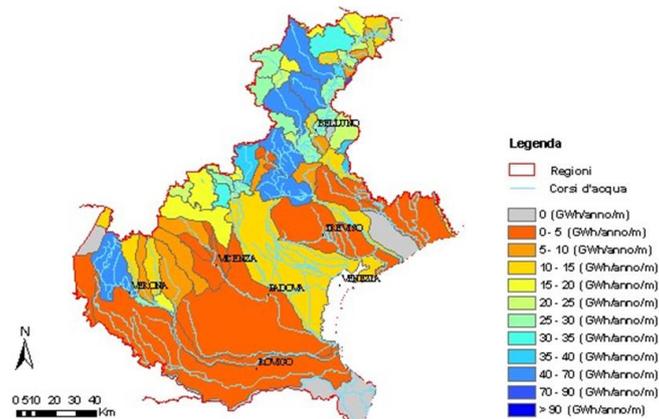


Figura 8: mappa del massimo potenziale idroelettrico (fonte RSE)



**Figura 9: mappa del massimo potenziale idroelettrico specifico (fonte RSE)**

In precedenza si è fatto riferimento ai principali tra gli 89 sottobacini che costituiscono il bacino idrografico del fiume Piave. Esso può essere suddiviso da un punto di vista idrogeologico in 26 elementi territoriali chiamati aree omogenee.

Sulla base delle informazioni reperite in letteratura il bacino idrogeologico del Piave nel territorio bellunese, è stato convenzionalmente suddiviso in 77 tratte. I dati a disposizione dal Piano di bacino del fiume Piave dell'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, hanno fornito i valori medi annuali delle portate d'acqua nei singoli tratti, valori che sono stati elaborati per individuare la portata utile per fini idroelettrici. Le portate medie annuali sono state ridotte della quota d'acqua necessaria a garantire in minimo flusso vitale (DMV), ovvero la minima quantità d'acqua che deve fluire per mantenere l'equilibrio dell'ecosistema fluviale. La portata utile così ottenuta è stata utilizzata per il calcolo della potenza installabile e della producibilità elettrica realizzabile per mezzo di impianti idroelettrici di piccola potenza. Essendo le portate individuate molto contenute, le scelte possibili scelte progettuali erano limitate all'impiego di piccole turbine Pelton oppure di turbine a coclea, anche dette a "vite di Archimede". L'applicazione di una turbina Pelton, sebbene possibile nonostante le scarse portate in gioco necessiterebbe elevate variazioni di quota tra la presa e la posizione della macchina stessa, il che richiede un'analisi mirata su specifici siti del territorio. In questa sede ci si è limitati ad un'analisi più generale, preferendo l'impiego di una macchina a coclea e ipotizzando contenute variazioni di quota molto più comuni e frequenti lungo i corsi d'acqua della provincia. Sono stati considerati dislivelli variabili tra 1 e 4 metri, con un passo di 50 cm e nota la portata su ogni tratta è stata stimata la potenza di un eventuale impianto. La producibilità di energia elettrica è stata calcolata imponendo un rendimento della macchina pari a 0,8 e un rendimento di conversione elettromeccanica di 0,85.



Gli ipotetici impianti così considerati sono classificabili tra i micro e i pico impianti idroelettrici a causa delle contenute variazioni di quota analizzate.



Tabella 11: descrizione delle tratte dei sottobacini del fiume Piave (fonte Autorità di Bacino fiume Piave)

Tratta	Area omogenea prevalente	Descrizione	Q media [m <sup>3</sup> /s]	Q (DMV) [m <sup>3</sup> /s]	Q utile [m <sup>3</sup> /s]
1	1	Fiume Piave, dalle origini a Cima Sappada	0,55	0,10	0,38
2	1	Fiume Piave, da Cima Sappada alla confluenza del torrente Cordevole di Visdende	2,36	0,41	1,65
3	1	Torrente Cordevole di Visdende, dalle origini alla confluenza in Piave	2,36	0,28	1,77
4	2	Fiume Piave, tra la confluenza del torrente Cordevole di Visdende e la confluenza del torrente Padola	6,87	0,75	5,20
5	2	Torrente Rin, dall'origine alla confluenza in Piave	0,32	0,05	0,23
6	2	Torrente Frison, dalle origini alla confluenza in Piave	1,28	0,20	0,92
7	2	Torrente Digon, dalle sorgenti alla confluenza in Piave	1,30	0,17	0,96
8	2	Torrente Padola, dalle origini alla confluenza del rio Chiamora	2,14	0,23	1,63
9	2	Torrente Padola, dalla confluenza con il rio Chiamora alla confluenza in Piave	3,71	0,35	2,85
10+11	2	Fiume Piave, tra la confluenza del torrente Padola e la confluenza del torrente Ansiei	11,75	1,14	9,02
12	3	Torrente Ansiei, dal lago di Misurina alla derivazione idroelettrica di Auronzo di Cadore	3,88	0,57	2,81
13	3	Torrente Ansiei, dalla derivazione idroelettrica di Auronzo di Cadore all'imbocco del lago di S. Caterina	7,66	0,88	5,77
14+15	3	Torrente Val di Rin, dalle origini alla confluenza nel torrente Ansiei	0,79	0,12	0,57
16	3	Torrente Ansiei, dallo sbarramento del lago di S. Caterina alla confluenza in Piave	8,25	0,81	6,32
17	4	Fiume Piave, dalla confluenza del torrente Ansiei al lago di Centro Cadore	20,08	1,64	15,67
18	4	Torrente Piova, dalle origini alla confluenza in Piave	1,07	0,16	0,78
19	4	Rio Rin, dalle origini alla confluenza in Piave (lago di Centro Cadore)	0,34	0,06	0,24
20	4	Torrente Cridola	0,34	0,07	0,23
21	4	Fiume Piave, dallo sbarramento del lago di Cadore alla confluenza del torrente Boite	25,78	2,55	19,74
22	5	Torrente Boite, dalle origini alla confluenza del rio Fans	1,36	0,22	0,97



23	5	Rio Fanes	1,36	0,22	0,97
24	6	Torrente Boite, dalla confluenza del rio Fanes alla confluenza del torrente Bigontina	4,96	0,78	3,55
25	6	Torrente Bigontina	0,59	0,11	0,41
26	6	Torrente Boite, dalla confluenza del torrente Bigontina, alla confluenza del torrente Costeana	5,85	0,44	4,60
27	6	Rio Costeana	1,25	0,18	0,91
28	6	Torrente Boite, dalla confluenza del rio Costeana alla confluenza del rio Orsolina	9,05	1,12	6,74
29	6	Rio Orsolina	0,59	0,11	0,41
30	7	Torrente Boite, dalla confluenza del rio Orsolina al lago di Vodo di Cadore	10,48	0,98	8,08
31	7	Torrente Boite, dallo sbarramento sul lago di Vodo al lago di Valle di Cadore	11,32	0,74	8,99
32	7	Torrente Boite, dallo sbarramento sul lago di Valle alla confluenza in Piave	12,71	1,30	9,70
33+34	8	Fiume Piave, dalla confluenza del torrente Boite alla confluenza del torrente Maè	41,61	3,54	32,36
35	9	Torrente Maè, dalla captazione presso Fusine alla confluenza del torrente Ru Torto	4,57	0,51	3,45
36	9	Torrente Ru Torto	1,22	0,18	0,89
37+38	9	Torrente Pramper	0,42	0,09	0,28
39	10	Torrente Maè, dalla confluenza del torrente Pramper al lago di Pontesei	4,92	0,61	3,66
40	10	Torrente Maè, dal lago di Pontesei alla confluenza in Piave	8,00	0,97	5,98
41	12	Fiume Piave, dalla confluenza del torrente Maè alla derivazione della centrale di Soverzene	54,66	2,61	44,25
42	14	Fiume Piave, dalla derivazione della centrale di Soverzene alla confluenza del torrente Ardo	62,10	4,62	48,86
43	13	Fiume Rai	6,22	0,74	4,65
44	13	Torrente Tesa	2,81	0,30	2,14
45	14	Torrente Ardo, dalle origini alla confluenza del torrente Medone	0,61	0,13	0,41
46	14	Torrente Ardo, dalla confluenza del torrente Medone alla confluenza in Piave	1,21	0,20	0,86
47	14	Fiume Piave, dalla confluenza del fiume Ardo alla confluenza del torrente Cordevole	10,01	6,69	2,83
48	15	Torrente Cordevole, dalle sorgenti fino alla confluenza del rio Boè inclusa	0,73	0,12	0,52



49	15	Torrente Cordevole, dalla confluenza del rio Boè inclusa alla confluenza del rio Andraz	2,19	0,24	1,66
50	16	Torrente Cordevole, dalla confluenza del rio Andraz alla confluenza del torrente Pettorina	3,33	0,28	2,60
51	16	Torrente Pettorina	1,73	0,20	1,30
52	16	Torrente Fiorentina	1,90	0,25	1,40
53	17	Torrente Cordevole, dalla confluenza del torrente Pettorina al lago di Alleghe	7,65	0,86	5,77
54	17	Torrente Cordevole, dalla derivazione del lago di Alleghe alla confluenza del torrente Biois	8,98	1,11	6,69
55	17	Torrente Biois, dalle sorgenti alla derivazione di Canale d'Agordo	2,54	0,29	1,91
56	17	Torrente Biois, dalla derivazione di Canale d'Agordo alla confluenza in Cordevole	4,82	0,46	3,71
57	18	Torrente Cordevole, dalla confluenza del torrente Biois alla confluenza del torrente Sarzana	19,72	1,64	15,37
58	18	Torrente Rova, dalle sorgenti alla derivazione, prima della confluenza in Cordevole	0,89	0,12	0,65
59+84	18	Torrente Sarzana	0,89	0,12	0,65
60	19	Torrente Cordevole, dalla confluenza del torrente Sarzana alla centrale di La Stanga	23,42	2,70	17,61
61	19	Torrente Cordevole, dalla derivazione della centrale di La Stanga alla confluenza del torrente Mis	25,33	2,88	19,09
62	20	Torrente Mis, dalle sorgenti al lago omonimo	3,86	0,60	2,77
63	20	Torrente Mis, dal lago omonimo alla confluenza in Cordevole	5,11	0,67	3,78
64	21	Torrente Cordevole, dalla confluenza del torrente Mis alla confluenza in Piave	31,99	2,79	24,82
65	22	Fiume Piave, dalla confluenza del torrente Cordevole al canale di derivazione di Busche	107,27	9,48	83,12
66	24	Fiume Piave, dal canale di derivazione di Busche al canale di derivazione Quero	121,35	9,49	95,08
67	23	Fiume Sonna	4,91	0,81	3,48
68	25	Fiume Piave, dalla derivazione a valle della centrale di Quero alla derivazione del canale della Vittoria, nei pressi di Nervesa	132,01	10,13	103,60
71	24	Torrente Tegorzo	1,84	0,24	1,36
72	23	Torrente Stizzon	2,75	0,34	2,05
73	23	Torrente Colmeda	1,47	0,26	1,03



74	22	Torrente Caorame, dalla confluenza con il torrente Stien alla confluenza in Piave	4,27	0,76	2,99
75	22	Torrente Caorame, dalle sorgenti alla confluenza con il torrente Stien	2,14	0,33	1,54
76	22	Torrente Stien	1,07	0,24	0,71
77	14	Torrente Gresal	1,07	0,21	0,73
78	25	Torrente Curogna	1,21	0,17	0,88



Partendo da questi dati si è scelto di escludere i corsi d'acqua più grandi, privilegiando le piccole applicazioni; sono state scelte 18 tratte di 12 corsi d'acqua con portata significativa (evidenziati in figura 10 e nelle tabelle 12 e 13), dove i possibili impianti idroelettrici installati possono produrre in totale dai circa 3 GWh (con un salto di 1 m) ai 11,8 GWh (con un salto di 4 m).

A questi si possono aggiungere 21 tratte di 20 piccoli corsi d'acqua, con portate relativamente più basse dei precedenti, andando ad incrementare la producibilità a 3,8 GWh (con un salto di 1 m) e 15 GWh (con un salto di 4 m).

**Tabella 12: portate utili e potenze ipotizzate dei corsi d'acqua scelti per le possibili installazioni**

Corso d'acqua	Q utile [m <sup>3</sup> /s]	Potenza in funzione del salto ipotizzato [kW]						
		h=1 m	h=1,5 m	h=2 m	h=2,5 m	h=3 m	h=3,5 m	h=4 m
Padola (1° tratto)	1,63	10,84	16,26	21,68	27,10	32,52	37,94	43,37
Padola (2° tratto)	2,85	19,03	28,55	38,07	47,59	57,10	66,62	76,14
Maè (1° tratto)	3,45	23,04	34,57	46,09	57,61	69,13	80,65	92,17
Maè (2° tratto)	3,66	24,42	36,62	48,83	61,04	73,25	85,46	97,66
Maè (3° tratto)	5,98	39,88	59,83	79,77	99,71	119,65	139,59	159,54
Rai	4,65	31,05	46,57	62,10	77,62	93,15	108,67	124,20
Tesa	2,14	14,24	21,37	28,49	35,61	42,73	49,85	56,97
Pettorina	1,30	8,69	13,03	17,37	21,72	26,06	30,40	34,75
Fiorentina	1,40	9,36	14,04	18,72	23,40	28,08	32,77	37,45
Biois (1° tratto)	1,91	12,74	19,10	25,47	31,84	38,21	44,57	50,94
Biois (2° tratto)	3,71	24,73	37,10	49,47	61,83	74,20	86,57	98,93
Mis (1° tratto)	2,77	18,49	27,74	36,98	46,23	55,47	64,72	73,96
Mis (2° tratto)	3,78	25,20	37,81	50,41	63,01	75,61	88,21	100,82
Sonna	3,48	23,23	34,84	46,45	58,06	69,68	81,29	92,90
Tegorzo	1,36	9,06	13,59	18,12	22,65	27,18	31,71	36,24
Stizzon	2,05	13,65	20,47	27,30	34,12	40,94	47,77	54,59
Caorame (1° tratto)	2,99	19,91	29,87	39,83	49,78	59,74	69,70	79,65
Caorame (2° tratto)	1,54	10,25	15,37	20,49	25,62	30,74	35,86	40,98
<b>TOTALE</b>		<b>337,82</b>	<b>506,73</b>	<b>675,64</b>	<b>844,54</b>	<b>1.013,45</b>	<b>1.182,36</b>	<b>1.351,27</b>

Tabella 13:producibilità dei corsi d'acqua scelti per le possibili installazioni

Corso d'acqua	Energia prodotta in funzione del salto ipotizzato [MWh]						
	h=1 m	h=1,5 m	h=2 m	h=2,5 m	h=3 m	h=3,5 m	h=4 m
Padola (1° tratto)	95,0	142,5	189,9	237,4	284,9	332,4	379,9
Padola (2° tratto)	166,7	250,1	333,5	416,9	500,2	583,6	667,0
Maè (1° tratto)	201,9	302,8	403,7	504,7	605,6	706,5	807,4
Maè (2° tratto)	213,9	320,8	427,8	534,7	641,6	748,6	855,5
Maè (3° tratto)	349,4	524,1	698,8	873,5	1.048,2	1.222,8	1.397,5
Rai	272,0	408,0	544,0	680,0	816,0	952,0	1.088,0
Tesa	124,8	187,2	249,5	311,9	374,3	436,7	499,1
Pettorina	76,1	114,1	152,2	190,2	228,3	266,3	304,4
Fiorentina	82,0	123,0	164,0	205,0	246,0	287,0	328,0
Biois (1° tratto)	111,6	167,3	223,1	278,9	334,7	390,5	446,2
Biois (2° tratto)	216,7	325,0	433,3	541,7	650,0	758,3	866,7
Mis (1° tratto)	162,0	243,0	324,0	404,9	485,9	566,9	647,9
Mis (2° tratto)	220,8	331,2	441,6	552,0	662,4	772,8	883,1
Sonna	203,5	305,2	406,9	508,6	610,4	712,1	813,8
Tegorzo	79,4	119,1	158,7	198,4	238,1	277,8	317,5
Stizzon	119,6	179,3	239,1	298,9	358,7	418,5	478,2
Caorame (1° tratto)	174,4	261,7	348,9	436,1	523,3	610,6	697,8
Caorame (2° tratto)	89,8	134,6	179,5	224,4	269,3	314,1	359,0
<b>TOTALE</b>	<b>2.959,3</b>	<b>4.438,9</b>	<b>5.918,6</b>	<b>7.398,2</b>	<b>8.877,9</b>	<b>10.357,5</b>	<b>11.837,1</b>

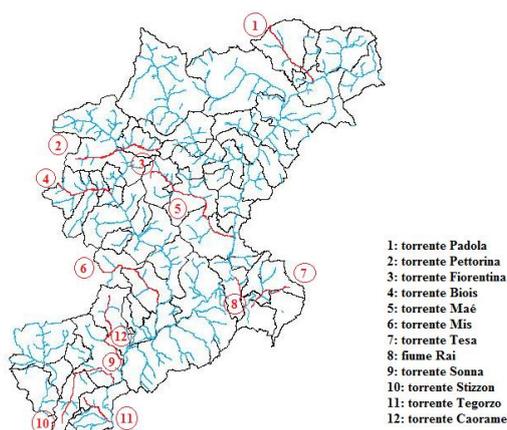


Figura 10: corsi d'acqua scelti per le possibili installazioni di impianti idroelettrici

Escludendo perciò i principali corsi d'acqua, si nota che le tratte scelte per le possibili installazioni, fanno parte dei bacini indicati ad alta producibilità dalla ricerca dell'RSE, concordando perciò il risultato.

## 1.2. *Solare termico*

### 1.2.1. *Generalità*

Un impianto solare termico è un sistema a collettori che sfrutta l'energia solare per produrre elettricità, quando ci si riferisce a sistemi solari termici si intendono sistemi a collettori che sfruttano il principio dell'effetto serra, per scaldare un fluido (acqua o acqua con agente anticongelante) che scorre al proprio interno, può essere costituito da pannelli solari vetrati ad aria, pannelli solari piani ad acqua o collettori sottovuoto ad alto rendimento.

I sistemi solari termici lavorano a bassa temperatura e, a differenza dei pannelli fotovoltaici, assorbono oltre alla radiazione incidente sulla loro superficie anche la radiazione solare diffusa e quella riflessa per cui possono essere installati con una certa tolleranza rispetto all'orientamento ottimale per la captazione della radiazione incidente. I collettori solari sono utilizzati di preferenza per la produzione di acqua calda e il riscaldamento degli ambienti, trovano ampia applicazione negli usi civili, vengono installati su supporti fissi e possono essere facilmente integrati nella struttura edilizia, o in certi casi possono essere solo parzialmente integrati. La copertura è realizzata con materiali trasparenti alla radiazione solare incidente, ma opachi alla radiazione infrarossa.

Un impianto solare termico per il suo corretto funzionamento deve svolgere tre attività fondamentali, cioè deve assorbire, trasferire e accumulare l'energia termica prodotta dalla radiazione solare.

La prima funzione è assolta dall'*unità collettrice* o di raccolta dell'energia solare. Essa è costituita da uno o più *pannelli* ad effetto serra o *collettori solari*, connessi tra loro in serie e/o parallelo. All'interno dei collettori scorre un *fluido termovettore*, che provvede al trasferimento dell'energia termica al serbatoio di accumulo. Il fluido vettore deve avere buone proprietà termiche, garantire una protezione antigelo, esser resistente alle alte temperature e non esser corrosivo. Può trattarsi sia di acqua sia di un fluido diatermico, cioè costituito da oli minerali, che permette di eliminare i problemi di corrosione su alcuni metalli dell'impianto, nel caso di collettori ad acqua, nei climi particolarmente rigidi, è generalmente addizionato una percentuale variabile di agente anticongelante.

L'*unità di accumulo* del calore è costituita da *serbatoi* di capacità proporzionale alla superficie captante dei collettori solari. Nel caso di impianti domestici l'unità di accumulo può essere realizzata con serbatoi metallici simili ai comuni bollitori. Essi saranno eventualmente provvisti di resistenza elettrica o di altro sistema ausiliario di riscaldamento e maggiormente coibentati.

Nel funzionamento dei collettori solari, l'energia termica proveniente dal sole, viene catturata dalla piastra captante in metallo all'interno del pannello, la quale è rivestita da un materiale selettivo che consente di massimizzare il calore assorbito e nello stesso tempo rendere minime le emissioni di calore per riscaldamento della superficie. L'energia captata viene trasferita al fluido termovettore ed accumulata nei serbatoi. Per limitare le perdite di calore verso l'esterno, le zone laterali e quella posteriore dell'accumulo termico vengono protette con materiale isolante.

la principale distinzione per impianti solari riguarda la tipologia del sistema di veicolazione del fluido termovettore; si distinguono impianti solari a *circolazione naturale* e a *circolazione forzata*.

Negli impianti a *circolazione naturale* il fluido termovettore scorre attraverso i condotti per differenza di densità, senza la necessità di una pompa: riscaldandosi nel collettore diminuisce di densità e tende a risalire nel serbatoio che viene posto necessariamente in alto. Il sistema così fatto non necessita di sistemi di controllo poiché risulta "autoregolante". Questo tipo di impianto è adatto ad utenze stagionali estive, è semplice, compatto ed economico, però per contro presenta un maggiore impatto visivo poiché il serbatoio deve essere installato direttamente sulla copertura, inoltre deve essere protetto dal surriscaldamento estivo.

Negli impianti a *circolazione forzata* il fluido termovettore è messo in circolazione artificialmente attraverso una pompa idraulica azionata da un motore elettrico che viene azionato solo quando la temperatura di uscita del fluido dal collettore supera quella di ingresso di una certa misura. Questi sistemi presentano una maggiore complessità derivante dalla presenza dei dispositivi di azionamento e controllo, ma sono in assoluto i più diffusi infatti non impongono limitazioni riguardo alla posizione del serbatoio di accumulo (consentendo così una miglior integrazione architettonica). Presentano diametri modesti per le tubazioni, e garantiscono rapide risposte alle variazioni dell'irraggiamento solare, inoltre consentono di stabilire la velocità di circolazione del fluido tale da rendere massima l'efficienza energetica. Di contro però il sistema è meno economico rispetto a quello a circolazione naturale.

Le tipologie di assorbitori che possono essere utilizzate per raccogliere la radiazione solare incidente per riscaldare il fluido termovettore sono:



*collettori sottovuoto*, sono costituiti da una serie allineata di tubi in vetro sottovuoto all'interno dei quali scorre un condotto in rame, sono innestati a pettine in condotti appositamente isolati; il vuoto d'aria all'interno permette di ridurre le perdite per conduzione e convezione, pertanto il vento e le temperature esterne più rigide influiscono solo in minima parte sull'efficienza del pannello; essi costano di più ma anche i rendimenti sono superiori e resistono a temperature sottozero.

*Collettori piani vetrati (coperti)*, sono costituiti da un telaio, una copertura trasparente in vetro, una piastra assorbente, dei tubi entro cui scorre il liquido termovettore e la coibentazione. La piastra assorbente è costituita da un'unica lamiera metallica in rame, alluminio o acciaio inox, è trattata con un rivestimento selettivo e attraversata dalla serpentina di tubi o tubi paralleli. Questa tipologia è la più diffusa e copre la gran parte del mercato mondiale.

*Collettori piani non vetrati (scoperti)* non presentano la copertura, esponendosi a maggiori perdite di calore, ed una piastra assorbente rigida o flessibile in plastica, per evitare problemi corrosivi. Essi sono indirizzati esclusivamente ad uso estivo per applicazioni a bassa temperatura ed in impianti aperti.

Con le dotazioni di pannelli solari termici generalmente impiegate, un impianto solare termico non riesce a coprire interamente il fabbisogno di acqua calda sanitaria di un'abitazione nel periodo invernale, ma può essere un'ottima integrazione a tale produzione. In alcuni impianti in cui la superficie captante è maggiorata, il sistema solare può contribuire oltre che alla produzione di acqua calda sanitaria (ACS) anche a fornire un'integrazione all'impianto di riscaldamento.

L'energia solare, come molte altre forme di energia rinnovabile, è discontinua nel tempo e nello spazio, e necessita di un sistema di integrazione che supplisca al fabbisogno di energia dell'utenza quando essa non è sufficiente. La differenza fra l'energia necessaria e quella prodotta dal sistema solare è tanto più elevata quanto maggiore è la differenza di soleggiamento fra l'inverno e l'estate.

Alla latitudine media della provincia di Belluno, con un impianto correttamente dimensionato, un pannello di 1,2 m<sup>2</sup> consente di coprire fra il 60 e l'80% del fabbisogno di ACS di una persona.

### 1.2.2. La situazione in provincia

La tecnologia dei sistemi solari termici per la produzione di ACS e l'integrazione al riscaldamento domestico è nota da parecchi anni, tuttavia solo in epoca relativamente recente si è diffusa l'applicazione di tali sistemi.

La scelta di installare un impianto di questo tipo spetta ai privati e non è soggetta a particolari autorizzazioni, esenzioni fiscali o agevolazioni statali, non esistono pertanto documentazioni circa l'installazione di tali sistemi e tantomeno un censimento ufficiale degli impianti in esercizio.

Al 2008 la potenza installata del solare termico in Italia è di 1.040 MW, con circa 1,5 milioni di m<sup>2</sup> di superficie occupata, questo secondo un'indagine svolta dalla associazione italiana solare termico. Dove la tipologia più diffusa è quella dei collettori piani vetrati 85%, rispetto ai collettori a tubi sottovuoto, dove il 90% è installato per la sola produzione di ACS e il restante combinato: 1/3 del totale a circolazione naturale, e 2/3 a circolazione forzata.

Per la provincia di Belluno, ARPAV con la collaborazione degli Uffici Tecnici Comunali, ha effettuato un'indagine relativa alle autorizzazioni rilasciate per l'installazione di questo tipo di strutture negli anni 2005-2006-2007. I dati rilevati sono esclusivamente numerici e non relativi alle dimensioni degli impianti ma si può ritenere che essi coprano mediamente 4 m<sup>2</sup> di superficie (dimensione ottimale per un impianto domestico) anche se esistono in provincia impianti di notevole superficie captante (fino a 100 m<sup>2</sup>) a servizio di scuole, case di riposo ecc. ma, dato il loro numero esiguo, nella elaborazione dei dati non viene messo in evidenza.

Estrarre dai dati censiti una stima riguardo la superficie media installata è fuorviante, perché essa risulterà essere una media tra applicazioni di vario tipo, come ad esempio edifici pubblici e impianti domestici.

Alcuni esempi sono riscontrabili da impianti installati e impianti pilota effettuati dal *Consorzio BIM Piave*, attualmente in funzione nella provincia, a servizio di edifici di tipo pubblico come scuole e palestre.

In numerosi edifici pubblici della provincia sono stati installati impianti solari termici, per una totale superficie di 442 m<sup>2</sup> fino al 31/12/2007.

Tabella 14: impianti solari termici realizzati dal BIM

Comune	Sito	m <sup>2</sup> Pannelli	Producibilità [kWh]	Utilizzo	Resa [kWh/m <sup>2</sup> ]
Fonzaso	Palestra comunale	50	24.192	ACS	480
Cesiomaggiore	Casa di riposo	100	44.000	ACS	440
Alleghe	Palaghiaccio	40		ACS	
Cencenighe	"Palacence"	20		ACS e parte riscald.	
Agordo	Asilo nido	15		ACS e parte riscald.	
Agordo	Polo scolastico	50		ACS e parte riscald.	
Alano di Piave	Palestra comunale	10,5		ACS	
Limana	Scuola elementare	4		ACS	
Lozzo di Cadore	Scuola materna	5		ACS	

La radiazione solare si valuta utilizzando un parametro detto irradiazione solare, esso è il rapporto tra l'energia radiante che incide su una superficie e l'area della medesima. Nella valutazione del potenziale di energia utilizzabile per scopi energetici si considerano l'irradiazione solare giornaliera media mensile su piano orizzontale (ricavata dai dati *ENEA* sulle fonti rinnovabili) e l'ombreggiamento causato dall'orizzonte.

I dati forniti da *ENEA* per i 69 comuni della provincia di Belluno, presentano un valore medio annuo della radiazione globale sull'orizzontale di 1.297,7 kWh/m<sup>2</sup>. Il territorio provinciale però è molto eterogeneo, soprattutto tra la parte alta e quella bassa della provincia: la zona della vallata bellunese può essere rappresentata dai 1.342 kWh/m<sup>2</sup> del comune di Feltre, per l'Agordino il comune di Agordo con 1.297 kWh/m<sup>2</sup>, per il Cadore il comune di Pieve con 1.274 kWh/m<sup>2</sup>.

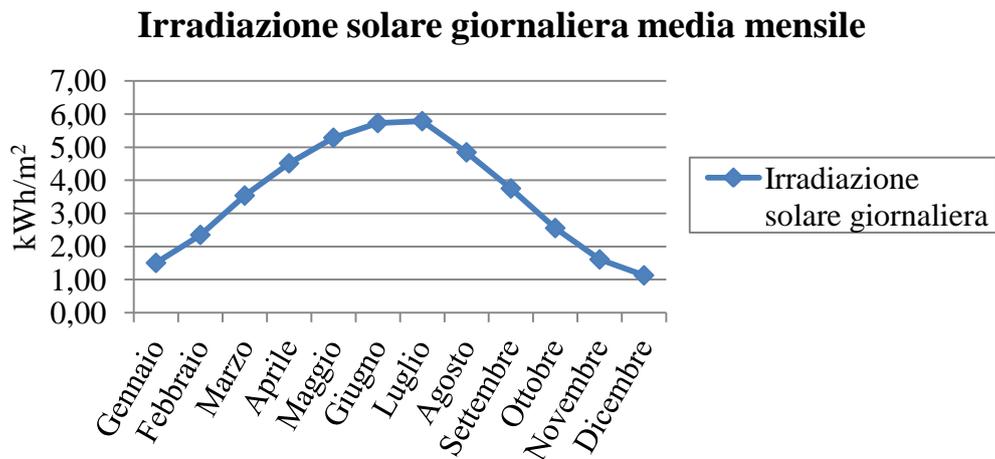


Figura 11: Irradiazione solare giornaliera media mensile della provincia di Belluno (fonte ENEA)

Altri dati climatici utili per fornire un quadro climatico del territorio sono i profili delle temperature medie (Figura 12) e il profilo climatico (Figura 13) della provincia, anche se come affermato in precedenza, questo dato non può rappresentare in modo omogeneo il territorio nella sua completezza.

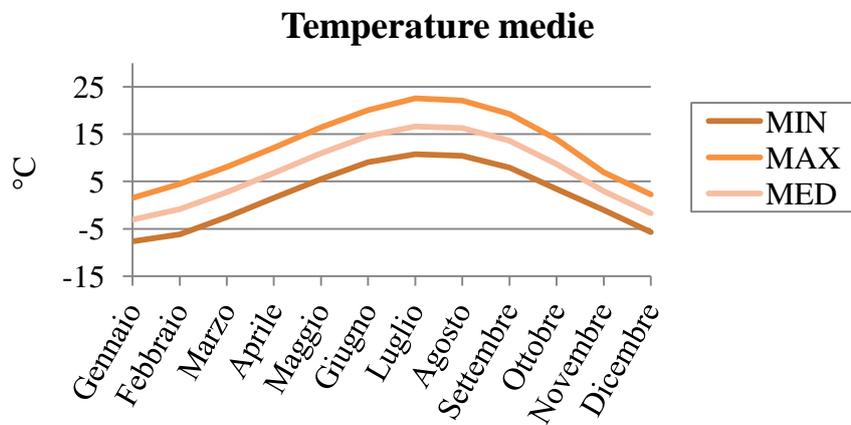


Figura 12: profilo delle temperature medie provincia di Belluno (fonte ENEA)

### Profilo climatico

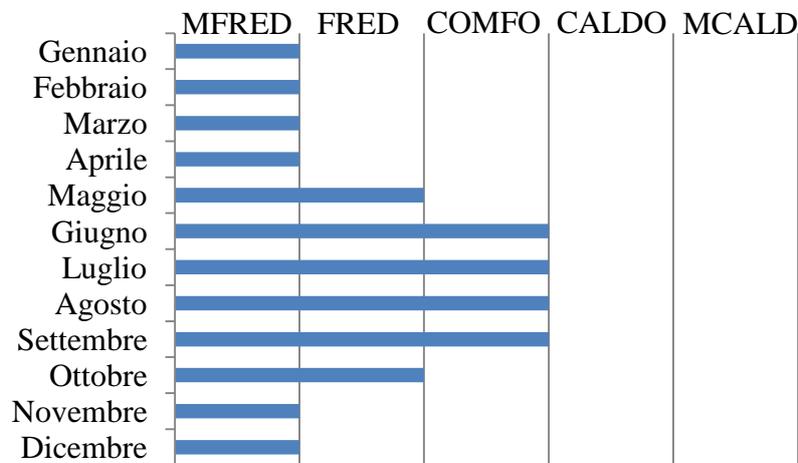


Figura 13: profilo climatico della provincia di Belluno (fonte ENEA)

Così oltre ai dati medi provinciali sono presi di riferimento i profili del comune di Belluno (a rappresentanza della vallata bellunese) e del comune di Pieve di Cadore (per l'alta provincia).

### Temperature medie comune di Belluno

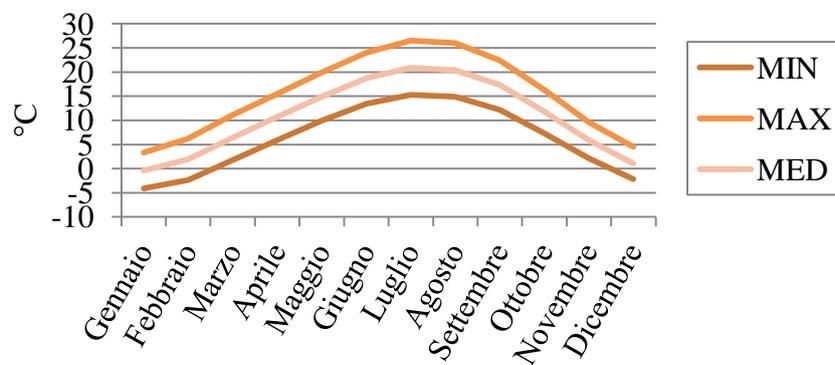


Figura 14: profilo temperatura media comune di Belluno (fonte ENEA)



### Temperature medie comune di Pieve di Cadore

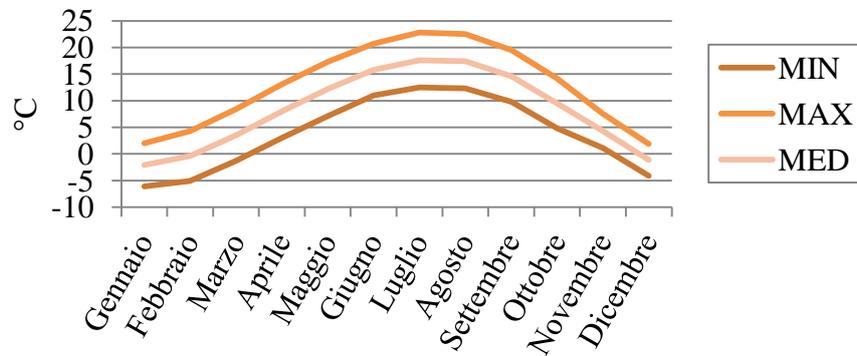


Figura 15: profilo temperatura media comune di Pieve di Cadore (fonte ENEA)

### Profilo climatico comune di Belluno

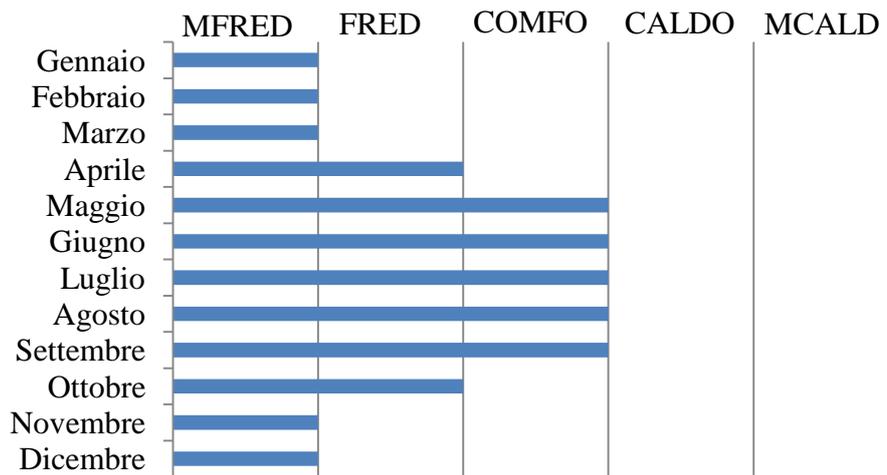


Figura 16: profilo climatico del comune di Belluno (fonte ENEA)

### Profilo climatico comune di Pieve di Cadore

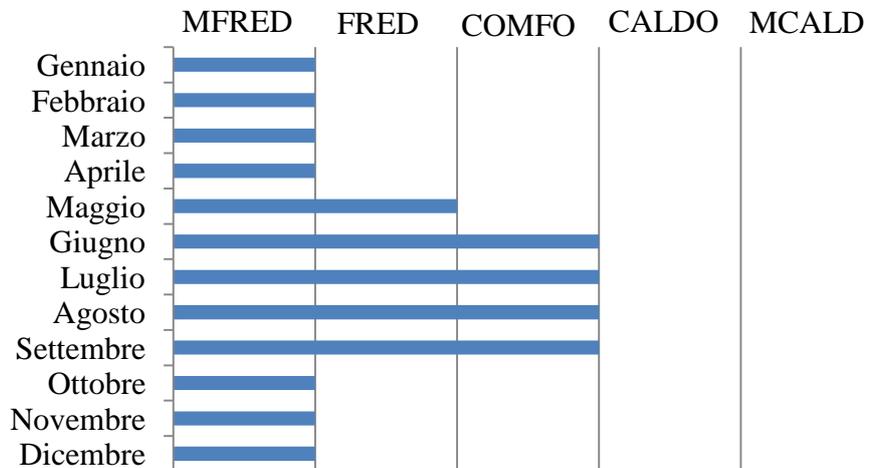


Figura 17: profilo climatico del comune di Pieve di Cadore (fonte ENEA)

#### 1.2.3. Numerosità degli impianti solari termici in provincia

I dati acquisiti dall'indagine ARPAV, evidenziano che nel triennio di interesse sono stati installati in provincia 1978 impianti. Tre comuni hanno installato nel loro territorio oltre 100 impianti (Belluno, Sedico, Feltre e Ponte nelle Alpi), mentre in 5 comuni non esiste nessun impianto.

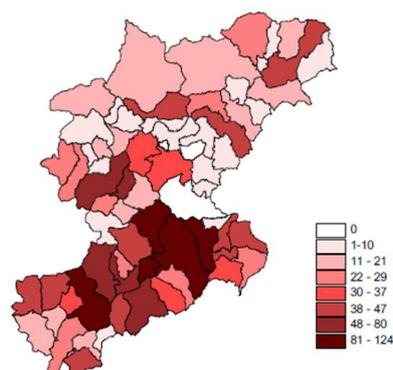
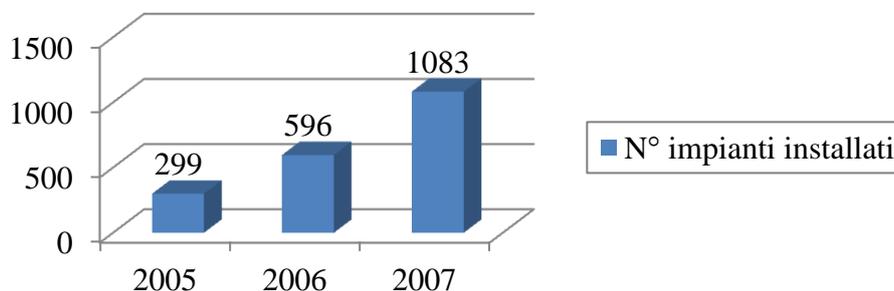


Figura 18: numero di impianti solari termici installati in provincia di Belluno nel periodo 2005-2007 (fonte ARPAV)

La figura 19, riporta il trend delle installazioni evidenziando il notevole incremento del numero di impianti solari termici dal 2005 al 2007. Nel 2009 secondo dati ENEA, il numero delle pratiche per l'installazione del solare termico in provincia sono state 733.

### N° impianti solari termici installati



**Figura 19: numero di impianti solari termici installati in provincia di Belluno nel periodo 2005-2007**  
(fonte ARPAV)

#### 1.2.4. Potenzialità

Nel clima Veneto si è potuto stimare una produttività termica, per un impianto domestico per la produzione di ACS di  $500 \text{ kWh}_t/\text{m}^2$  nel caso di collettore piano e di  $610 \text{ kWh}_t/\text{m}^2$  per collettore solare sottovuoto, dai dati emessi dai report *ENEA*.

Le superfici richieste per l'applicazioni del solare termico (collettori piani) sono riportate in seguito, per i collettori sottovuoto le superfici possono essere ridotte del 20%).

**Tabella 15: superfici nette di pannelli solari piani per tipo di applicazione (fonte ENEA)**

Applicazione	Superfici nette pannelli piani
Produzione giornaliera ACS a $45^\circ$ per 50 l/gg	1.2 $\text{m}^2$ per fabbisogno 50 l/giorno
Integrazione impianto di riscaldamento abitazione	0.9 - 0.7 $\text{m}^2$ per ogni 10 $\text{m}^2$ di superficie abitata per impianti di piccole dimensioni
	0.75 - 0.6 $\text{m}^2$ per ogni 10 $\text{m}^2$ di superficie abitata per impianti di medio - grandi dimensioni
Riscaldamento piscine	0.6 - 0.4 $\text{m}^2$ per ogni $\text{m}^2$ di superficie piscina esterna
	0.4 - 0.3 $\text{m}^2$ per ogni $\text{m}^2$ di superficie piscina coperta

Nell'elaborazione dei dati effettuati, si è utilizzata come superficie media  $4 \text{ m}^2$  per i piani e  $3,2 \text{ m}^2$  per i collettori sottovuoto, mettendo a disposizione dell'edificio circa 150 l/g di ACS.

Partendo dal patrimonio costituito dalle superfici coperte esistenti e utilizzabili per l'installazione dei pannelli, ricavate dall'analisi della cartografia provinciale (*CTRN5000*) attraverso strumenti GIS

e CAD, e dai dati del censimento *ISTAT 2001*, si assume di calcolare la superficie necessaria alla copertura del 100% del fabbisogno di ACS, a seconda della zonizzazione e destinazione d'uso degli edifici.

Nei calcoli delle superfici, sono stati introdotti degli opportuni coefficienti cautelativi che tenessero conto del settore d'uso, della tipologia architettonica, della localizzazione in centri storici e di edifici ad alta valenza storico-architettonica (ville Venete).

Le restanti superfici coperte saranno poi destinate al potenziale del solare fotovoltaico, che verrà approfondito in seguito.

Nella figura 20 ed in tabella 16 si indicano, per ciascun comune, la superficie necessaria e l'energia termica producibile (MWh<sub>t</sub>) in base alle ipotesi assunte.

**Tabella 16: potenziale solare termico per comune, superficie necessaria e producibilità ipotizzata**

<b>Comune</b>	<b>Superficie necessaria ACS [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Producibilità totale [MWh]</b>	<b>Comune</b>	<b>Superficie necessaria ACS [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Producibilità totale [MWh]</b>
Agordo	5.268,12	2.702,65	Pedavena	6.451,54	3.311,68
Alano di Piave	3.959,25	2.032,93	Perarolo di Cadore	972,47	498,61
Alleghe	1.681,33	863,14	Pieve d'Alpago	3.369,38	1.729,93
Arsiè	7.873,17	4.041,85	Pieve di Cadore	5.974,25	3.066,83
Auronzo di Cadore	3.712,68	1.905,76	Ponte nelle Alpi	10.046,45	5.147,28
Belluno	35.467,40	18.197,28	Puos d'Alpago	6.256,38	3.210,39
Borca di Cadore	2.107,30	1.082,21	Quero	4.799,43	2.459,19
Calalzo di Cadore	2.059,08	1.056,78	Rivamonte Agordino	1.454,94	746,94
Canale d'Agordo	1.804,87	926,96	Rocca Pietore	3.515,84	1.805,38
Castellavazzo	2.130,89	1.093,83	San Gregorio nelle Alpi	3.506,88	1.799,69
Cencenighe Agordino	1.256,18	644,82	San Nicolò di Comelico	2.305,23	1.183,58
Cesiomaggiore	4.150,14	2.130,36	San Pietro di Cadore	1.653,50	848,88
Chies d'Alpago	4.476,78	2.298,42	Santa Giustina	6.980,98	3.580,04



Cibiana di Cadore	725,71	372,49	San Tomaso Agordino	1.541,75	791,49
Colle Santa Lucia	372,48	191,31	Santo Stefano di Cadore	4.017,70	2.062,75
Comelico Superiore	2.360,69	1.211,90	San Vito di Cadore	2.729,65	1.401,23
Cortina d'Ampezzo	8.918,18	4.578,16	Sappada	2.633,84	1.352,19
Danta di Cadore	834,56	428,47	Sedico	10.691,22	5.484,20
Domegge di Cadore	3.849,85	1.974,01	Selva di Cadore	753,86	387,02
Falcade	2.983,14	1.531,64	Seren del Grappa	4.372,18	2.245,06
Farra d'Alpago	5.486,31	2.817,20	Sospirolo	3.113,50	1.597,98
Feltre	21.632,88	11.100,29	Soverzene	625,76	320,91
Fonzaso	5.394,57	2.764,53	Sovramonte	5.456,10	2.802,01
Forno di Zoldo	3.386,04	1.738,32	Taibon Agordino	1.244,48	638,18
Gosaldo	2.776,53	1.426,05	Tambre	3.520,65	1.807,29
Lamon	7.357,92	3.778,44	Trichiana	6.784,13	3.482,69
La Valle Agordina	1.937,25	994,52	Vallada Agordina	1.452,26	745,73
Lentiai	5.842,27	2.994,76	Valle di Cadore	3.884,75	1.994,67
Limana	5.416,92	2.779,91	Vas	2.504,48	1.283,71
Livinallongo del Col di Lana	735,39	377,60	Vigo di Cadore	1.994,56	1.022,69
Longarone	3.519,13	1.801,04	Vodo Cadore	1.492,71	766,55
Lorenzago di Cadore	1.331,25	683,60	Voltago Agordino	1.698,61	872,09
Lozzo di Cadore	2.488,25	1.276,31	Zoldo Alto	2.168,04	1.113,48
Mel	8.608,76	4.419,02	Zoppè di Cadore	422,14	216,82
Ospitale di Cadore	535,54	274,48	<b>TOTALE</b>	<b>292.830,46</b>	<b>150.268,20</b>

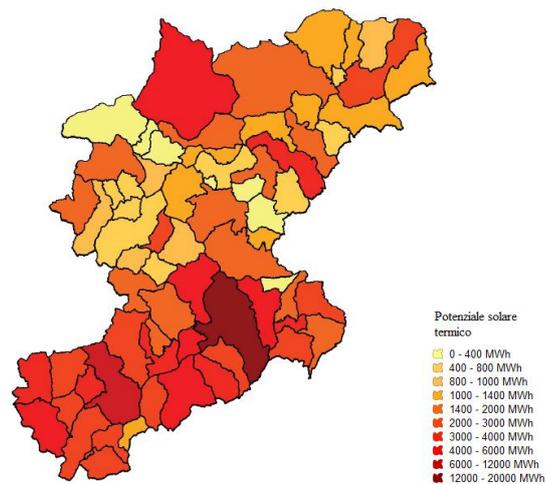


Figura 20: potenziale solare termico per comune

### 1.3. Solare fotovoltaico

#### 1.3.1. Generalità

L'impianto fotovoltaico trasforma l'energia solare in energia elettrica a corrente continua.

Un normale sistema fotovoltaico è composto da:

- moduli o pannelli fotovoltaici;
- struttura di sostegno per l'installazione;
- inverter per rendere compatibile l'energia generata dai moduli fotovoltaici con le apparecchiature per usi civili ed industriali;
- quadri elettrici con apparecchiature di controllo e cavi di collegamento.

L'elemento base della conversione energetica è la *cella fotovoltaica* costituita di silicio, uno degli elementi chimici più diffusi sulla crosta terrestre, esso è un ottimo semiconduttore che quando viene opportunamente drogato possiede un buon energy gap e una costante di assorbimento che cala lentamente in funzione della lunghezza d'onda (da 0.4 a 1.1  $\mu\text{m}$ ). Esistono sul mercato anche altri materiali utilizzabili con caratteristiche diverse, come l'arseniuro di gallio Ga-As, oppure la possibilità di costruire celle multi giunzione.

Il rendimento dell'impianto fotovoltaico è sensibilmente influenzato dal materiale con cui si costituisce la cella da un wafer di partenza:



- *Silicio monocristallino*: di struttura cristallina omogenea, ideale qualora la superficie di posa sia limitata, possiede buona efficienza e un lento degrado delle prestazioni elettriche ( $\eta=14-17\%$ ).
- *Silicio policristallino*: presenta una minore efficienza, ma ha un costo decisamente inferiore rispetto al precedente, anch'esso presenta un lento degrado prestazionale ( $\eta=11-14\%$ ).
- *Silicio amorfo*: ha un'efficienza ancora più bassa però associata a un costo di produzione più contenuto. Impiega prodotti non nocivi, consentendo tra l'altro il risparmio di materiale poiché per il proprio funzionamento necessita di spessori molto contenuti ed è adatto alle applicazioni in condizioni di bassa insolazione. A parità di potenza il silicio amorfo richiede il doppio della superficie di un equivalente impianto in Silicio cristallino, e presenta un netto degrado prestazionale dopo le prime 100 ore di esposizione ( $\eta=5-8\%$ ).

Le celle fotovoltaiche possono essere collegate tra loro in serie e parallelo, costituendo i moduli fotovoltaici, mentre tutto l'impianto nella sua estensione viene detto "campo".

La produzione di energia dipende da numerosi fattori, quali la superficie del campo, la prestazione dei moduli fotovoltaici, la radiazione solare annuale del sito, la corretta esposizione all'irraggiamento solare, gli ombreggiamenti temporanei o del sito, le prestazioni tecniche degli altri componenti dell'impianto (esempio l'inverter) e il materiale con cui sono costituite le celle.

La percentuale teorica di energia solare che queste possono convertire in energia elettrica non supera il 44% di quella incidente, e si riduce ulteriormente per inefficienze di carattere tecnologico anche al di sotto del 20%, come visto precedentemente riguardo alla descrizione delle tipologie di silicio utilizzato.

La potenza di picco di un impianto fotovoltaico è la potenza teorica massima che esso può produrre nelle condizioni standard di insolazione e si esprime in kWp (chilowatt di picco).

La fattibilità di un impianto fotovoltaico è condizionata dalla disponibilità dello spazio necessario per installare i moduli (circa 8 – 10 m<sup>2</sup> per ogni kWp di potenza), dalla possibilità di una corretta esposizione ed inclinazione dei moduli, nonché dall'assenza di ostacoli in grado di creare ombreggiamento.

In base al tipo di connessione alla rete di distribuzione di energia elettrica, si possono distinguere due sistemi fotovoltaici:

*grid-connected* impianti connessi alla rete di distribuzione, con un servizio di scambio sul posto. In questo caso l'energia in surplus prodotta nei momenti di picco viene immessa direttamente in rete dalla quale si preleva al momento del bisogno, solitamente attraverso un



contratto conto-energia, sfruttando così le incentivazioni statali. Questi impianti presentano potenze da qualche kWp fino ai MWp per le realizzazioni di maggior dimensione.

*off-grid* (o stand alone o in isola) utilizzati prevalentemente per l'alimentazione di utenze isolate in cui l'energia prodotta viene accumulata in batterie per l'utilizzo durante le fasi di non insolazione, risultando così sistemi complessi e che necessitano spazi maggiori. Fanno parte di questo tipo di impianti: baite di montagna, lampioni per illuminazione stradale non serviti dalla rete ecc. Le potenze di picco installate sono modeste.

Analizzando l'aspetto ambientale, il pannello fotovoltaico genera energia senza nessun tipo di emissione, non influenza l'ambiente e la salute umana, gli effetti negativi sono quelli dell'alterazione del paesaggio o l'occupazione del suolo agricolo nel caso di grandi impianti.

Attualmente la produzione elettrica da fotovoltaico è molto agevolata dallo stato, con una differenza rilevante tra costi reali e sovvenzionati, da vari provvedimenti normativi ma tutti prevedono che gli incentivi siano concessi in "conto energia", ovvero venga remunerata l'energia elettrica prodotta.

### *1.3.2. Il fotovoltaico in Italia e nel Veneto*

La fotografia alla fine del 2010 in Italia (*rappporto statistico 2010 GSE*), evidenzia 155.977 impianti con una potenza efficiente lorda pari a 3.469,9 MW. Il parco è costituito da impianti incentivanti con il Conto Energia, ad eccezione di un esiguo numero di impianti installati prima dell'entrata in vigore di tale incentivo, oppure che godono dei Certificati Verdi.

La crescita nell'ultimo anno è stata straordinaria, con un aumento di 84.689 unità e una potenza installata più che triplicata. Delle installazioni realizzate nel 2010, il 36% è rappresentato da impianti tra 200 kW e 1 MW, mentre il 26% da impianti che superano il MW, perciò rispetto al 2009 è aumentata la potenza media installata.

Nel Veneto sono presenti 28.392 impianti (dato *Atlasole-GSE* aggiornato al 24/05/2011) pari al 13,5% nazionale (2° posto dietro la Lombardia), con la provincia di Treviso come capofila, per una totale potenza installata di 508,2 MW (pari al 9,6% nazionale), e dove Rovigo spicca tra le province Venete, grazie a grandi campi fotovoltaici indirizzati nel settore industriale.

I grafici seguenti (figure 21 e 22), sottolineano come la provincia di Treviso abbia molte installazioni in ambito domestico, e quindi prevalentemente di piccola taglia, a dispetto di Rovigo



che presenta pochi impianti, ma con elevate potenze, sintomo di presenze di grandi campi fotovoltaici.

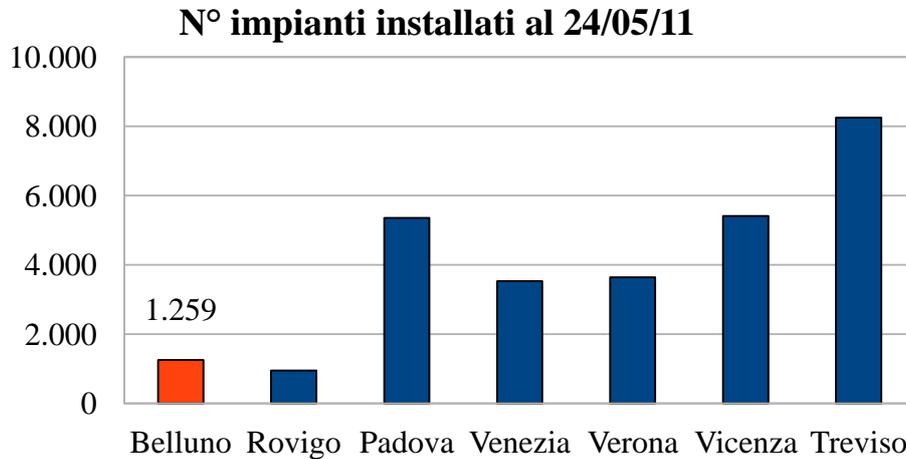


Figura 21: numero di impianti fotovoltaici installati in conto energia in Veneto al 24/05/11 (fonte GSE)

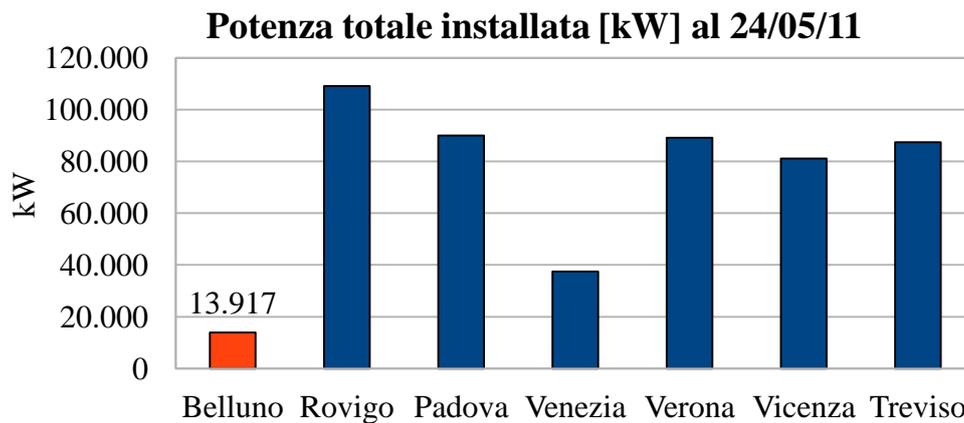


Figura 22: potenza installata di impianti fotovoltaici in conto energia in Veneto al 24/05/11 (fonte GSE)

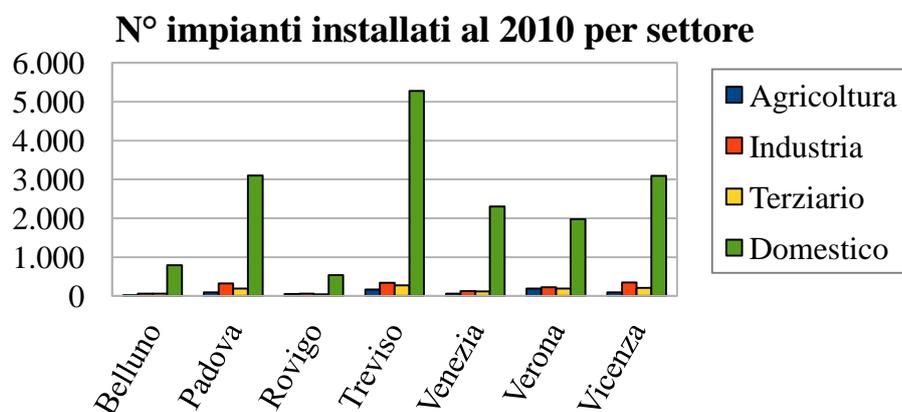


Figura 23: numero di impianti fotovoltaici installati in conto energia in Veneto 2010 per settore (fonte GSE)

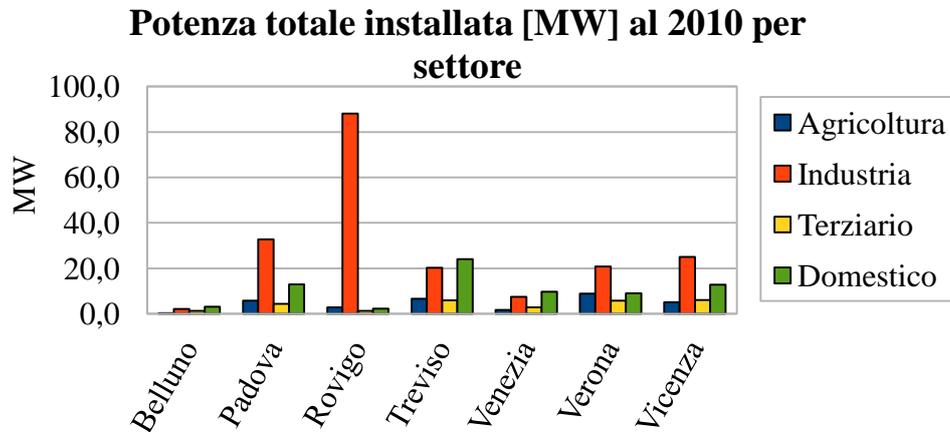


Figura 24: potenza installata di impianti fotovoltaici in conto energia in Veneto 2010 per settore (fonte GSE)

Quanto detto sopra si deduce ancora meglio nella potenza installata pro-capite (figura 25), dove a differenza di Rovigo, le altre province sono abbastanza allineate nei valori (un po' inferiori per Venezia e Belluno), mentre nel numero di abitanti per impianto, si nota la virtuosità di Treviso, ma non meno anche quella bellunese.

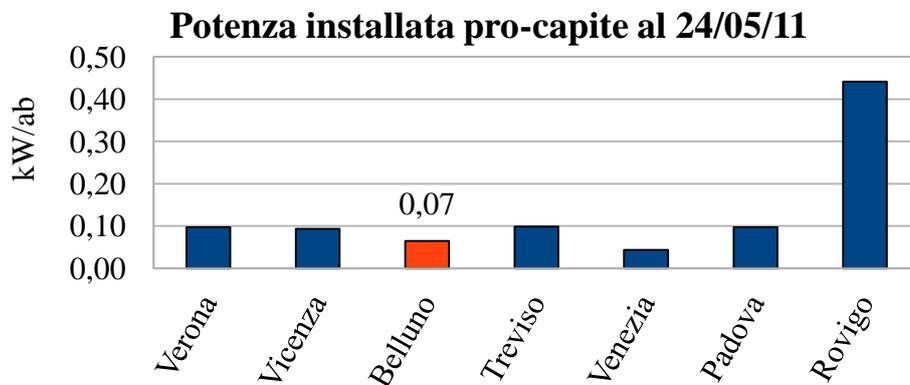


Figura 25: potenza installata pro-capite (fonte GSE)

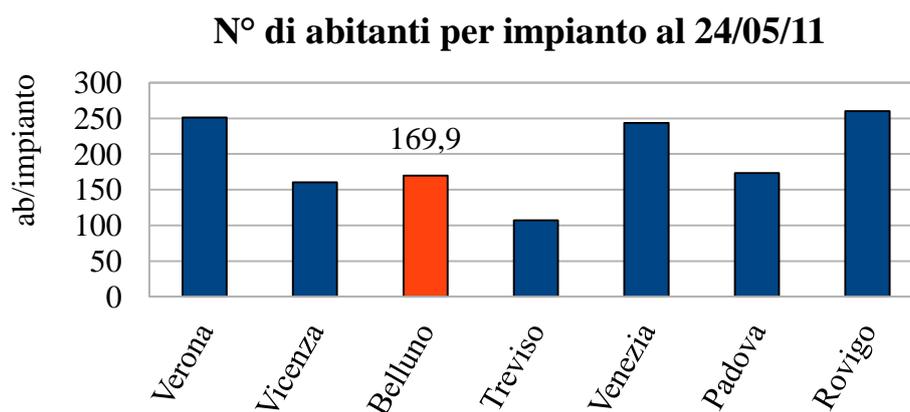


Figura 26: n° di abitanti per impianto installato (fonte GSE)

### 1.3.3. Gli impianti in “conto energia” in provincia

Il *Consorzio del BIM Piave*, già citato in precedenza, ha effettuato alcuni impianti off-grid in malghe e rifugi, ma anche impianti connessi alla rete a servizio di uffici comunali e poli scolastici. Di seguito ne vengono citati alcuni esempi:

Tabella 17: alcuni impianti fotovoltaici installati in provincia di Belluno

Comune	Sito	Potenza installata [kW]	Producibilità [kWh]	N° Pannelli
Longarone	Rifugio "Pian de Fontana"	2,8		44 (64W)
La Valle Agordina	Malga "Caleda Nuova"	5,1		65 (75W)
Zoppè di Cadore	Malga "La Grava"	4,8		60 (75W)
Agordo	Polo scolastico	18,9	21.700	140 m <sup>2</sup>
Santa Giustina	Illuminamento loc. Salmenga			
Perarolo di Cadore	Illuminamento loc. Fontanelle			
Pedavena	Illuminamento loc. Festisei			
Danta di Cadore	Stabile artigianale comunale			
Ponte nelle	Municipio			



Alpi				
Quero	Municipio			
S.Gregorio nelle Alpi	Ecocentro a "Roncoi"			

Per l'analisi degli impianti presenti, prevalentemente privati, si è svolta un'indagine di raccolta dati tramite il *GSE (Gestore Servizi Elettrici)*, analizzando le domande di installazione ed entrata in servizio per contratti in conto-energia, pervenute entro il 24 maggio 2011, per il primo conto energia DM 28/07/2005 e DM 06/02/2006, per il secondo conto energia DM 19/02/2007 e per il terzo DM 06/08/2010.

Il numero totali di impianti censiti, fino a tale data con l'ausilio dell'*Atlasole del GSE*, è di 1.259 per una potenza installata di 13.917 kW. Di seguito si riporta l'analisi attuale comprendente i citati conti-energia nel dettaglio:

**Tabella 18: censimento degli impianti fotovoltaici in esercizio per comune in provincia di Belluno (fonte GSE)**

Potenza complessiva [kW]	Comune	N° impianti	Potenza complessiva [kW]	Comune	N° impianti
66,7	AGORDO	11	604,55	PEDAVENA	30
190,22	ALANO DI PIAVE	18	2,82	PERAROLO DI CADORE	1
21,62	ALLEGHE	2	335,93	PIEVE D'ALPAGO	22
120,94	ARSIE'	25	72,75	PIEVE DI CADORE	9
209,97	AURONZO DI CADORE	18	956,08	PONTE NELLE ALPI	86
1.535,60	BELLUNO	189	130,17	PUOS D'ALPAGO	12
18,58	BORCA DI CADORE	3	61,09	QUERO	12
24,42	CALALZO DI CADORE	2	6,48	RIVAMONTE AGORDINO	1
18,84	CANALE D'AGORDO	4	3,00	ROCCA PIETORE	1
118,37	CASTELLO LAVAZZO	4	86,95	SAN GREGORIO NELLE ALPI	17
3,90	CENCENIGHE AGORDINO	2	27,72	SAN NICOLO' DI COMELICO	3
354,08	CESIOMAGGIORE	52	16,51	SAN PIETRO DI CADORE	3
40,79	CHIES D'ALPAGO	8	7,08	SAN TOMASO AGORDINO	2
10,01	COLLE SANTA	2	17,96	SAN VITO DI	3



	LUCIA			CADORE	
34,98	COMELICO SUPERIORE	4	195,58	SANTA GIUSTINA	46
36,72	CORTINA D'AMPEZZO	6	2,99	SANTO STEFANO	1
172,44	DANTA DI CADORE	9	4,50	SAPPADA	1
94,78	DOMEGGE DI CADORE	14	514,07	SEDICO	38
60,28	FALCADE	4	34,12	SELVA DI CADORE	3
136,84	FARRA D'ALPAGO	20	2.883,58	SEREN DEL GRAPPA	28
802,92	FELTRE	123	44,26	SOSPIROLO	12
1.042,37	FONZASO	48	103,86	SOVRAMONTE	16
34,01	FORNO DI ZOLDO	8	136,62	TAIBON AGORDINO	8
8,64	GOSALDO	3	38,48	TAMBRE	7
297,36	LAMON	74	365,52	TRICHIANA	48
11,91	LA VALLE AGORDINA	4	9,77	VALLADA AGORDINA	2
754,37	LENTIAI	49	49,19	VALLE DI CADORE	6
213,16	LIMANA	40	7,2	VAS	1
101,29	LIVINALLONGO DEL COL DI LANA	9	123,14	VIGO DI CADORE	10
46,46	LONGARONE	12	10,98	VOLTAGO AGORDINO	3
17,25	LORENZAGO DI CADORE	3	5,67	ZOLDO ALTO	2
47,52	LOZZO DI CADORE	3			
411,77	MEL	52	<b>13.917,02</b>	<b>TOTALE</b>	<b>1259</b>

Nella tabella 18 e in figura 29, sono stati evidenziati i comuni con la maggiore potenza installata, tra i quali: il comune di Belluno (anche per il numero elevato di impianti), Seren del Grappa (che possiede gli impianti con potenze di picco più elevate), Ponte nelle Alpi, Fonzaso, Feltre, Lentiai e Pedavena; mentre nelle due figure che seguono (figure 27 e 28) sono rappresentate le mappe in GIS di potenza complessiva installata e numero di impianti installati.

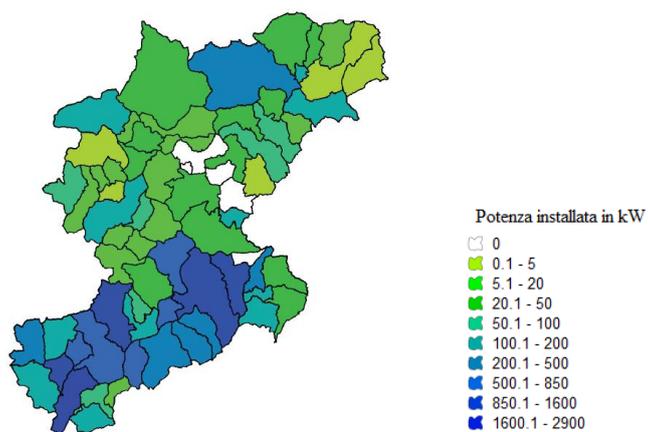


Figura 27: mappa della potenza installata degli impianti installati in conto energia al 24/05/2011 (fonte GSE)

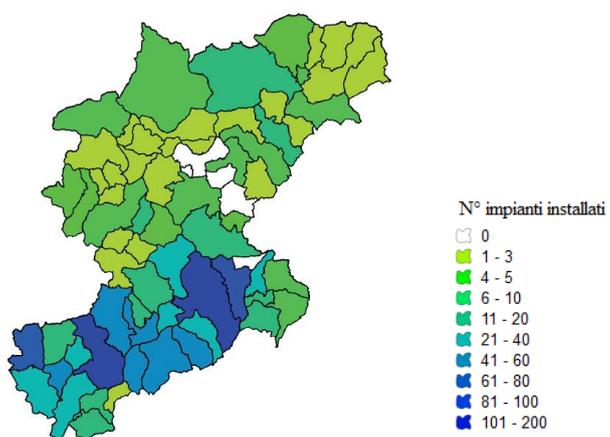


Figura 28: mappa del numero di impianti installati in conto energia al 24/05/2011 (fonte GSE)

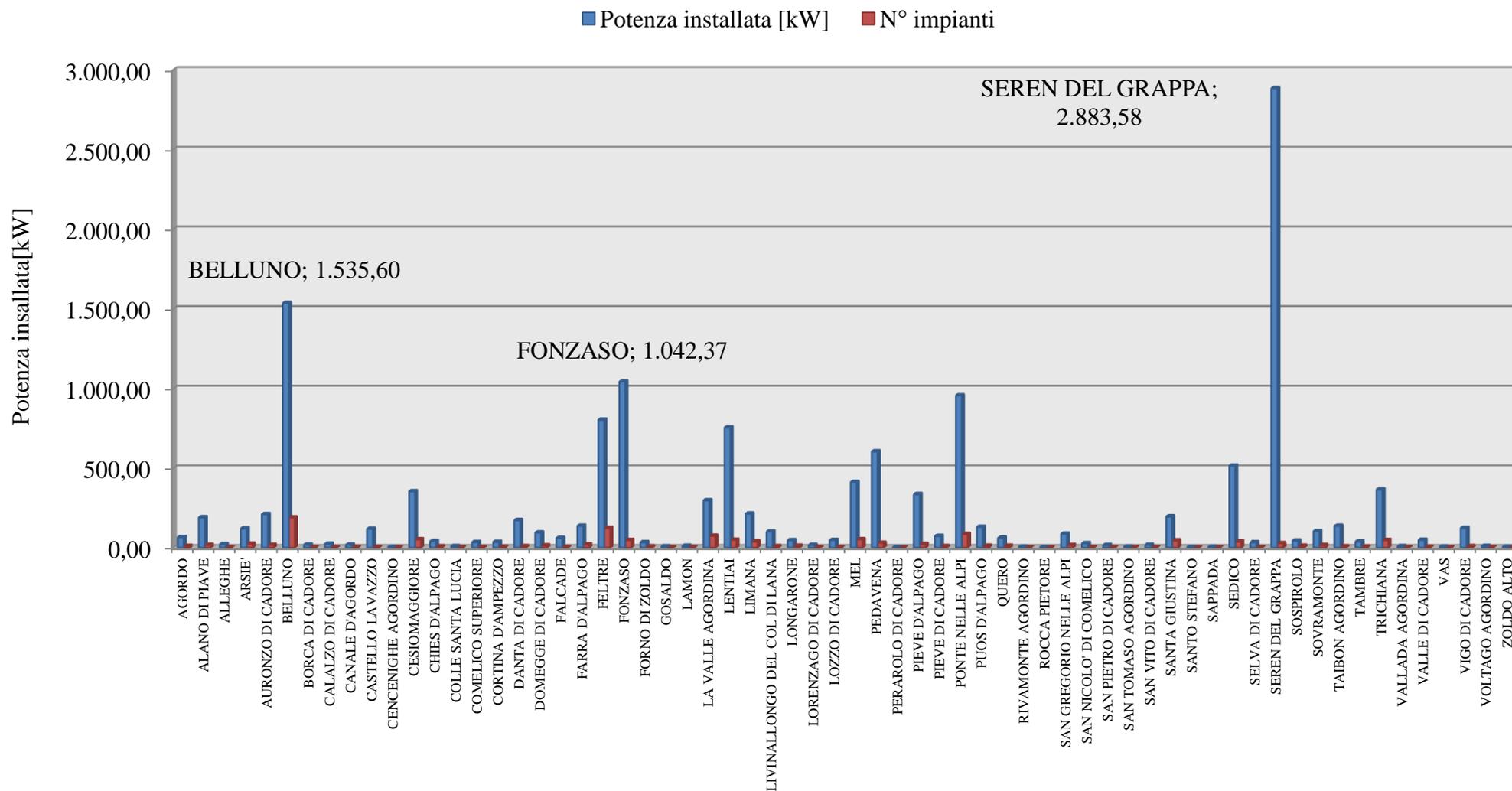


Figura 29: potenza installata cumulata per gli impianti fotovoltaici per comune in provincia di Belluno (fonte GSE)

### 1.3.4. Gli impianti off-grid in provincia

Mentre gli impianti connessi alla rete sono rilevati dal gestore, quelli impiegati per l'alimentazione di utenze isolate (off-grid) non sono altrettanto facilmente censibili, poiché non vengono allacciati in rete. Risultano numerose le piccole realtà dotate di pannelli solari fotovoltaici che sono utilizzati per illuminazione stradale, per alimentazione di apparecchi di trasmissione o di sorveglianza, come è stato evidenziato nella tabella 17 in precedenza.

Alcune realtà, in particolare rifugi di montagna e malghe non raggiunte dalla linea elettrica assumono dimensioni più importanti. Si riporta di seguito la localizzazione dei 18 impianti off-grid superiori a 1 kWp per una potenza complessiva di oltre 48 kWp.

**Tabella 19: elenco degli impianti fotovoltaici off-grid di potenza installata superiore a 1 kWp (fonte BIM, CAI)**

Nome	Comune	Potenza [kW]
rifugio Carducci	AURONZO DI CADORE	1,92
rifugio VII alpini	BELLUNO	2,55
rifugio Chiggiato	CALALZO DI CADORE	1,54
rifugio Boz	CESIOMAGGIORE	1,54
rifugio Vandelli	CORTINA D'AMPEZZO	3,23
rifugio Biella	CORTINA D'AMPEZZO	3,22
rifugio Volpi	FALCADE	2,30
rifugio Bottari	FALCADE	2,88
rifugio Angelini al Pramper	FORNO DI ZOLDO	1,80
rifugio Sommariva	FORNO DI ZOLDO	2,55
Malga Caleda Nuova	LA VALLE AGORDINA	5,10
Rifugio Pian de Fontana	LONGARONE	2,80
rifugio San Marco	SAN VITO DI CADORE	2,72
rifugio Bianchet	SEDICO	3,20
rifugio Dal Piaz	SOVRAMONTE	1,60
rifugio Venezia	VODO DI CADORE	2,24
rifugio Sonino	ZOLDO ALTO	2,24
Caseificio Valle Della Grava	ZOLDO ALTO	4,80



Tabella 20: coefficienti correttivi per il calcolo della superficie coperta disponibile

Coefficiente	Civile	Industriale
$C_{RT}$	0,50	0,75
$C_F$	0,70	0,90
$C_{ST}$	0,90	1,00
$C_{COV}$	0,45	0,45
$C_{SH}$	0,46	1,00

Fatto ciò si calcolato il potenziale (equazione 2) considerando:  $\eta_{TH}$  per le perdite atmosferiche che considera dispersioni termiche e vita del pannello,  $\eta_{AZ}$  rendimento azimutale,  $\eta_{INST}$  perdite di installazione per inverter, pannello elettrico e sporco, e infine il rendimento del modulo  $\eta_{MOD}$  che varia a seconda della tipologia (monocristallino, policristallino e a film sottile). La ripartizione percentuale del tipo di pannello installato, è ricavata dal bollettino del solare fotovoltaico 2010 del GSE, ove per il Veneto si ha: 13% MC, 74% PC e 13% FS.

Tabella 21: coefficienti correttivi per il calcolo del potenziale del fotovoltaico

	MC	PC	TF
$\eta_{mod}$	0,15	0,12	0,06
$\eta_{TH}$	0,90	0,90	0,90
$\eta_{AZ}$	0,90	0,90	0,90
$\eta_{inst}$	0,84	0,84	0,84

$$\Pi = \eta_{TH} \cdot \eta_{AZ} \cdot \eta_{inst} \cdot \eta_{mod} \cdot H_{ott} \cdot S_{tetto}^{disp}$$

(Equazione 2)

Tramite l'equazione (2), si ricava il potenziale  $\Pi$  [MWh/anno] per ogni comune della provincia, considerando quindi anche il diverso settore d'uso dell'edificio. Successivamente i risultati ottenuti sono stati georeferenziati (figura 31).

Tabella 22: Valori comunali del potenziale fotovoltaico in provincia di Belluno

Comune	Area stimata [m <sup>2</sup> ]	Potenziale [MWh]	Comune	Area stimata [m <sup>2</sup> ]	Potenziale [MWh]
Agordo	19.311	2.093,6	Perarolo di Cadore	6.655	635,1
Alano di Piave	15.900	1.746,7	Pieve d'Alpago	9.913	1.091,9
Alleghe	3.711	387,3	Pieve di Cadore	28.358	3.082,5
Arsiè	35.377	3.825,1	Ponte nelle Alpi	72.297	7.775,3
Auronzo di Cadore	18.394	1.972,9	Puos d'Alpago	22.154	2.388,9
Belluno	200.053	21.630,5	Quero	69.157	7.657,0
Borca di Cadore	9.196	1.039,4	Rivamonte Agordino	2.330	253,3
Calalzo di Cadore	9.151	999,9	Rocca Pietore	6.499	697,0
Canale d'Agordo	3.839	398,5	San Gregorio nelle Alpi	12.883	1.437,5
Castellavazzo	11.736	1.187,7	San Nicolò di Comelico	7.542	830,7
Cencenighe Agordino	3.639	358,8	San Pietro di Cadore	4.044	450,1
Cesiomaggiore	16.574	1.844,7	Santa Giustina	42.081	4.598,4
Chies d'Alpago	11.295	1.240,8	San Tomaso Agordino	3.022	323,3
Cibiana di Cadore	2.467	259,7	Santo Stefano di Cadore	5.095	531,8
Colle Santa Lucia	645	74,9	San Vito di Cadore	7.123	805,1
Comelico Superiore	7.947	921,1	Sappada	2.708	304,5
Cortina d'Ampezzo	29.378	3.464,5	Sedico	42.041	4.569,9
Danta di Cadore	1.575	182,1	Selva di Cadore	1.642	195,1
Domegge di Cadore	25.508	2.794,8	Seren del Grappa	16.416	1.760,7
Falcade	7.551	816,4	Sospirolo	5.439	588,1
Farra d'Alpago	28.970	3.082,2	Soverzene	1.424	144,9
Feltre	186.818	20.576,5	Sovramonte	12.961	1.446,2
Fonzaso	13.937	1.506,9	Taibon Agordino	5.562	595,0
Forno di Zoldo	15.914	1.578,5	Tambre	9.208	1.030,1
Gosaldo	4.064	468,7	Trichiana	22.429	2.457,5
Lamon	14.612	1.617,8	Vallada Agordina	2.242	235,3
La Valle Agordina	3.602	377,0	Valle di Cadore	15.733	1.751,0
Lentiai	64.539	7.127,1	Vas	28.817	3.090,8
Limana	33.521	3.634,1	Vigo di Cadore	15.957	1.766,7

Livinallongo del Col di Lana	1.345	164,4	Vodo Cadore	5.536	611,4
Longarone	69.862	6.687,6	Voltago Agordino	2.626	290,7
Lorenzago di Cadore	5.839	658,2	Zoldo Alto	8.342	916,4
Lozzo di Cadore	14.163	1.559,9	Zoppè di Cadore	1.325	154,0
Mel	26.046	2.861,2			
Ospitale di Cadore	6.447	617,2	<b>TOTALE</b>	<b>1.456.260</b>	<b>157.942,9</b>

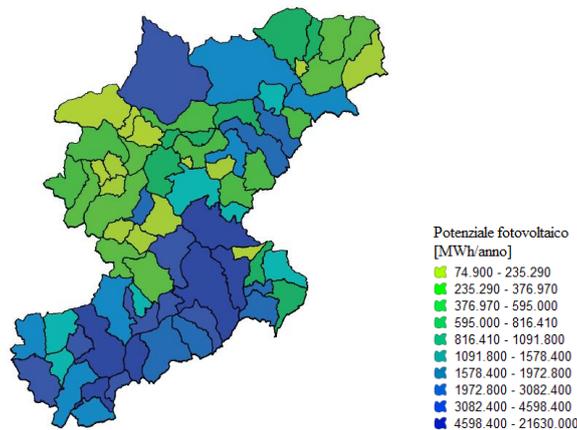


Figura 31: mappa del potenziale fotovoltaico per irraggiamento ad angolo ottimale [MWh/anno]

Il potenziale teorico disponibile di circa 158 GWh, coprirebbe più del 15% del fabbisogno elettrico della provincia

Si può inoltre pensare a possibili siti per l'installazione di campi fotovoltaici le cave estinte presenti in provincia, riqualificando così aree dimesse di scarsa qualità ambientale. Da valutare, in ogni modo, caso per caso l'impatto ambientale di questi campi fotovoltaici che a volte può risultare troppo invasivo. La maggior parte di esse è dislocata nella parte meridionale della provincia, e i comuni che mettono a disposizione più superficie disponibile sono: Sospirolo, Ponte nelle Alpi e Belluno, in totale sono 50 (anche se alcune frazionate in più sezioni) con una superficie pari a 990.380 m<sup>2</sup> utilizzabile.

Considerando come in precedenza una produttività pari a 130 kWh<sub>e</sub>/m<sup>2</sup> e gli stessi fattori di correzione, si è valutato un potenziale totale di 12.875 MWh<sub>e</sub>.

Tabella 23: superficie disponibile da cave estinte e potenziale fotovoltaico per comune (fonte PTCP Belluno)

Comune	Area [m <sup>2</sup> ]	Potenziale [MWh]
Belluno	158.417,10	2.059,42
Castellavazzo	5.336,35	69,37
Chies d'Alpago	9.021,10	117,27
Cortina d'Ampezzo	23.610,00	306,93
Farra d'Alpago	37.720,00	490,36
Pedavena	18.930,00	246,09
Ponte nelle Alpi	187.378,92	2.435,93
San Gregorio nelle Alpi	55.220,00	717,86
Santa Giustina	49.444,31	642,78
Sedico	28.090,00	365,17
Sospirolo	361.549,38	4.700,14
Taibon Agordino	5.510,22	71,63
Comelico Superiore	14.760,00	191,88
Sappada	4.582,19	59,57
Falcade	6.096,68	79,26
Zoldo Alto	13.380,00	173,94
Selva di Cadore	7.053,93	91,70
Feltre	4.280,30	55,64
<b>TOTALE</b>	<b>990.380,47</b>	<b>12.874,95</b>

#### 1.4. *Energia a biomasse*

##### 1.4.1. *Generalità*

Il termine “biomassa” considera tutto il materiale di origine organica sia vegetale, sia animale destinato a fini energetici o alla produzione di ammendante agricolo, derivanti dall’energia solare tramite il processo di fotosintesi clorofilliana, si può quindi considerare una forma di accumulo di energia solare.

Le principali filiere che lo rappresentano sono:

- Specie arboree ed erbacee derivanti da coltivazioni agro-forestali;
- Residui agro-forestali;
- Residui agro-industriali;
- Residui zootecnici;
- Frazione organica dei rifiuti solidi (RSU).



Si può fare una classificazione a seconda della provenienza:

biomasse residuali derivanti dagli scarti: doppiamente vantaggiose, perché il loro utilizzo riduce la dipendenza dai combustibili fossili e alleggerisce le problematiche legate allo smaltimento;

biomasse derivanti da apposite coltivazioni energetiche: colture oleaginose, alcoligene e ligno-cellulosiche.

I combustibili solidi, liquidi o gassosi derivati da questi materiali sono definiti biocombustibili, mentre qualsiasi forma di energia ottenuta con processi di conversione della biomassa è definita bio-energia.

La brevità del periodo di ripristino fa sì che le biomasse rientrino tra le fonti energetiche rinnovabili nella misura in cui il tempo di sfruttamento della sostanza è paragonabile a quello di rigenerazione, cosicché l'emissione di CO<sub>2</sub> è sostanzialmente assente. Infatti quando si utilizzano le biomasse in un processo di combustione, l'ossigeno presente nell'atmosfera si combina con il carbonio del combustibile e produce, tra l'altro, anidride carbonica, uno dei principali gas responsabile dell'effetto serra. Tuttavia, la stessa quantità di anidride carbonica viene assorbita dall'atmosfera durante la crescita delle biomasse per cui si instaura un processo ciclico il cui bilancio è nullo.

I combustibili che si possono ottenere dalle biomasse sono:

- Bioetanolo: dalle colture zuccherine e amidacee, attraverso processi di fermentazione, deidratazione e distillazione.
- Biodiesel: ottenuto da colture oleaginose (colza, soia, girasole) e ottenuto tramite processi di estrazione, depurazione ed transesterificazione.
- Biogas: ottenuto dalla frazione umida dei rifiuti solidi urbani, oppure da reflui zootecnici, con processi di digestione anaerobica.
- Pellet, Cippato: ottenuto da sostanze ligno-cellulosiche, attraverso compattazione e essiccazione.
- Syngas, Idrogeno, Olio: ottenuto da sostanze ligno-cellulosiche, tramite processi di gassificazione e pirolisi.

I processi di utilizzo delle biomasse per la conversione energetica sono riconducibili a due categorie, ovvero la combustione diretta o preceduta da trattamenti preliminari mirati ad aumentare



la resa termica e i processi biochimici (fra cui la digestione aerobica e quella anaerobica, la fermentazione alcolica, l'estrazione di oli vegetali e la produzione di biodiesel da piante oleaginose).

#### 1.4.2. La biomassa in Italia e nel Veneto

Dall'analisi dei censimenti degli impianti a biomasse, utilizzati per la produzione di energia elettrica, redatta dal GSE nel 2009, sono presenti in Italia 419 impianti (19% in più rispetto al 2008) di cui 122 a combustibili solidi (69 RSU e 53 biomasse solide), 272 a biogas e 42 a bioliquidi. La totale potenza installata è pari a 2.019 MW, di cui il 62% è dovuto a biomasse solide e RSU.

La produzione italiana al 2009 è stata di 7.631 GWh e di questi il Veneto ha coperto il 3,9%, con 46 impianti e una potenza installata di 121,9 MW.

**Tabella 24: impianti a biomassa per la produzione di energia elettrica in Veneto (fonte GSE)**

	<b>N° impianti</b>	<b>Potenza [MW]</b>	<b>Produzione [GWh]</b>
<b>Belluno</b>	<b>2</b>	<b>24,23</b>	<b>16,79</b>
Padova	14	3,23	18,31
Rovigo	1	1,21	3,82
Treviso	4	1,82	6,87
Venezia	7	8,28	88,52
Verona	8	47,24	24,42
Vicenza	11	15,75	64,10

Per quanto concerne gli impianti termici alimentati a biomassa, l'individuazione del numero degli impianti e dei consumi è difficoltosa a causa di una assenza di censimento e della scarsa reperibilità dei dati.

*Veneto Agricoltura*, attraverso il rapporto delle biomasse legnose del 2010, fotografa bene la situazione per quanto riguarda gli impianti termici centralizzati alimentati a legna, evidenziando come la provincia di Belluno possieda il maggior numero di impianti installati a livello regionale.

Tabella 25: numero degli impianti termici centralizzati installati per tipologia (fonte Veneto Agricoltura)

	Cippato	Corteccia	Legna da ardere	Scarti lavorazione legno	Totale
<b>Belluno</b>	<b>35</b>	<b>0</b>	<b>85</b>	<b>19</b>	<b>139</b>
Padova	16	0	7	15	38
Rovigo	5	0	2	1	8
Treviso	18	1	18	36	73
Venezia	9	0	2	4	15
Vicenza	25	0	9	33	67
Verona	11	0	22	6	39

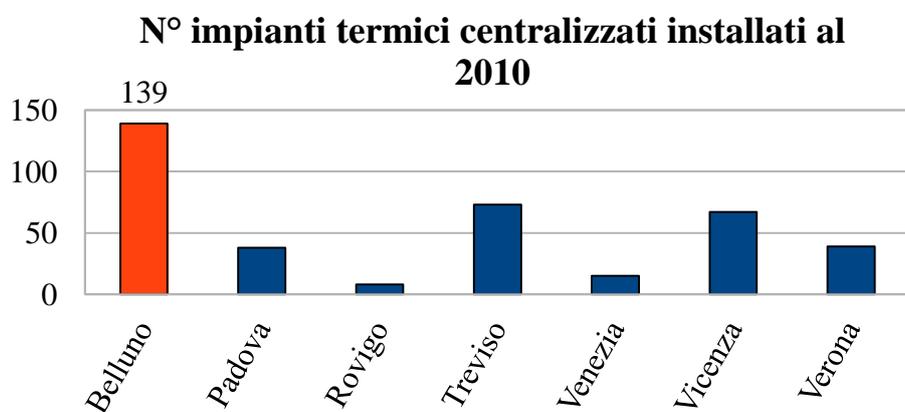


Figura 32: numero degli impianti termici centralizzati installati per tipologia (fonte Veneto Agricoltura)

Tabella 26: potenza degli impianti termici centralizzati installati per tipologia [MW] (fonte Veneto Agricoltura)

	Cippato [MW]	Corteccia [MW]	Legna da ardere [MW]	Scarti lavorazione legno [MW]	Totale [MW]
<b>Belluno</b>	<b>27,9</b>	<b>0</b>	<b>2,6</b>	<b>10,0</b>	<b>40,5</b>
Padova	8,5	0	0,2	9,7	18,4
Rovigo	3,8	0	0,1	2,3	6,2
Treviso	6,9	0,3	0,6	45,5	53,3
Venezia	1,4	0	0,0	6,2	7,6
Vicenza	25,5	0	0,4	27,6	53,5
Verona	3,8	0	0,7	2,2	6,7

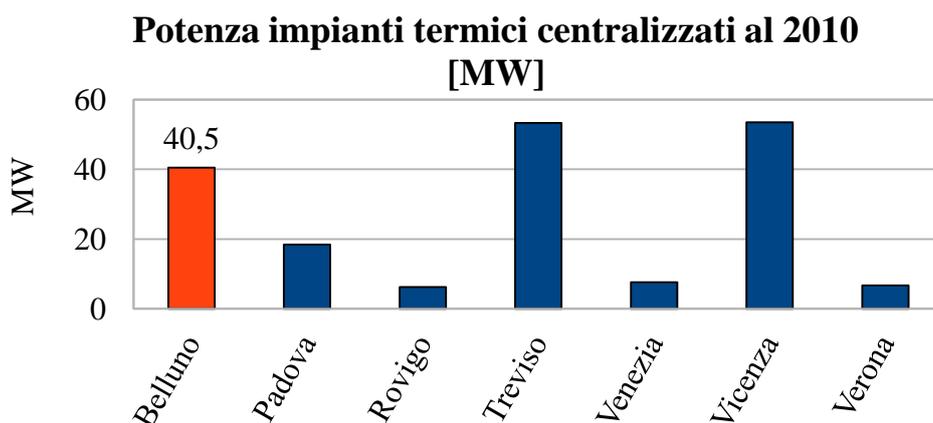


Figura 33: potenza degli impianti termici centralizzati installati per tipologia [MW] (fonte Veneto Agricoltura)

Per quanto riguarda i biocombustibili, *Veneto Agricoltura* ha sviluppato il progetto *Probiogas*, censendo in regione 28 impianti a biogas, di cui 12 agricoli e 16 industriali con una totale potenza installata di 15,5 MW e circa 45 milioni di m<sup>3</sup> di biogas prodotto l'anno. Da tali analisi si evince che la provincia di Belluno, è nettamente arretrata rispetto alle altre province venete in questo settore, per mancanza di risorse e per aver da poco concluso l'unico impianto di questo genere; d'altro canto però ve ne sono alcuni approvati in progetto al 31/12/2010.

Tabella 27: biomassa ricavabile da scarti e colture dedicate in Veneto (fonte Veneto Agricoltura)

Scarti agroindustria per attività	[t]	Produzioni agricole nel Veneto	[t]
Agricoltura	37.991	Oleifere	272.103
Carni		Protaginose	992
Carni (MUD)	92.278	Cereali	4.074.492
Carni (extra MUD SOA)	169.932	Foraggere	3.097.332
Carni (altri extra MUD)	44.007	Piante industriali	3.326.569
Ortofrutta	41.602	<b>Totale</b>	<b>10.771.488</b>
Zuccherifici	723		
Latte		<b>Reflui zootecnici</b>	<b>[t]</b>
Latte (MUD)	21.735	Letame	4.814.255
Latte (extra MUD)	35.219	Liquame	6.549.373
Industria dolciaria	2.518	<b>Totale</b>	<b>11.363.628</b>
Industria bevande alcoliche	52.837		
Industria lavorazione legno	6.573	<b>FORSU</b>	<b>250.116</b>
Industria lavorazione carta	1.850	<b>VERDE</b>	<b>210.196</b>
Industria lavorazione pelli	99.802		
Industria tessile	16		
<b>Totale</b>	<b>607.085</b>		

### 1.4.3. La situazione in provincia

In provincia di Belluno la biomassa principalmente utilizzata è quella legnosa, che assieme all'idroelettrico costituisce quasi interamente il campo delle energie rinnovabili utilizzate in provincia.

La filiera della legna da ardere impiegata per scopi domestici è tradizionalmente diffusa e ben strutturata, ma a causa del fatto che parte degli utilizzatori sono anche auto produttori, non esistono dati ufficiali attendibili sulle quantità prodotte. Alcuni impianti a biomassa legnosa più significative, evidenziati anche da *AIEL* (*Associazione Italiana Energie Agroforestali*), sono indicati nella tabella 28:

**Tabella 28: elenco di alcuni impianti termici a biomassa legnosa in provincia di Belluno (fonte AIEL)**

Comune	Servizio	Combustibile	Potenza [kW]	Producibilità [MWh]	Consumo [t]
San Vito di Cadore	Hotel Barancio	Cippato	30	73	24
Taibon Agordino	Agriturismo Buca dei Sbrase	Cippato	85	205	67
Belluno	Fungaia Menin	Cippato	105	245	80
Sospirolo	Centro Operativo Uper Servizio Forestale Belluno	Cippato	150	214	70
Falcade	Hotel Stella Alpina	Cippato	150	367	120
Auronzo	Residence al Lago	Pellet	96	148	35

Caldaie domestiche centralizzate a legna o cippato, parzialmente associate a una filiera locale, iniziano ad avere una certa diffusione sul territorio, ma solamente per le centrali finalizzate alla produzione di energia elettrica sono disponibili dati attendibili sulla producibilità.

La disponibilità potenziale della risorsa forestale nella provincia di Belluno è notevole, tuttavia un ulteriore sviluppo del settore sarà possibile solo con il superamento di una serie di problematiche: il costo di produzione elevato, la necessità di un approvvigionamento continuo, una qualità costante del prodotto, un adeguato stoccaggio e la necessità di contenere il più possibile la filiera, per non andare ad inficiare sul costo.



Affinché l'utilizzo della risorsa legnosa sia conveniente dal punto di vista sia economico che energetico, necessitano una menzione speciale le piazzole attrezzate per le biomasse. Si fa perciò riferimento all'articolo della L.R. 8/2006 in cui si definiscono: le modalità di realizzazione delle piazzole attrezzate secondo criteri di sostenibilità, gli ambiti e le caratteristiche della filiera corta e le modalità di ripristino dell'area nello stato originario al termine dell'utilizzo. L'aspetto più rilevante riguarda la produzione della biomassa entro il raggio di 70 km dalla piazzola attrezzata, cioè da intese di filiera o contratti quadro.

Particolarmente interessante dal punto di vista energetico e ambientale è il ricorso a impianti che prevedono la generazione di energia elettrica e la produzione di calore abbinata a linee di distribuzione mediante teleriscaldamento, aumentando così l'automazione degli impianti, facilitandone regolazione e controllo. Il *BIM Piave* ha effettuato alcuni impianti pilota non per uso domestico, per testare la possibilità di applicazione del teleriscaldamento, come ad esempio nell'abitato di S.Stefano di Cadore, dove è attualmente attiva la rete. Ovviamente i problemi più grossi da affrontare, soprattutto negli abitati montani, sono la posa delle tubazioni e la possibilità di raggiungere il maggior numero di edifici con una rete di dimensioni ridotte, contenendo così i costi. Oltre alla biomassa legnosa, in provincia esistono alcuni esempi di utilizzo di altra biomassa, come è citato nella tabella 29, ma tali impianti al momento risultano sospesi o in costruzione, quindi di marginale rilevanza. Sono presenti anche due grosse centrali termoelettriche, recentemente revisionate e riattivate, dai dati recepiti dal bollettino 2010 del *GSE*, si individuano le centrali di Ospitale di Cadore e di Castellavazzo, con una potenza complessiva installata di 25,5 MW e una producibilità stimata di energia elettrica di 158,5 GWh/anno, le quali consumano una quantità di cippato pari a circa 200.000-220.000 t/anno.

Tabella 29: impianti a biomassa in provincia di Belluno

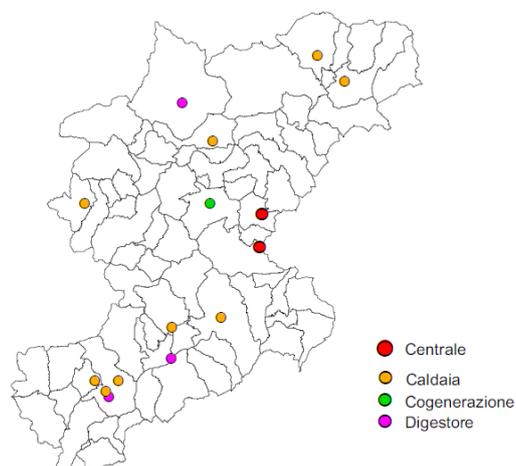
<b>Impianti per usi termici</b>					
<b>Comune</b>	<b>Sito</b>	<b>Fonte energetica</b>	<b>Potenza installata [kW]</b>	<b>Producibilità [kWh]</b>	<b>Stato attuale</b>
Pedavena	Plesso scolastico e Piscina	Legno	540		In funzione
Zoppè di Cadore	Municipio	Legno	40		In funzione
S.Stefano di Cadore	Utenze pubbliche comunali	Legno	800	3.050.000	In funzione
Lozzo di Cadore	Scuola materna e asilo nido	Legno	90		In funzione
Feltre	Comunità Montana Feltrina	Legno	174		In funzione
Comelico Superiore	Azienda per la lavorazione del legno	Legno	348		In funzione
Agordo	Hangar Luxottica	Legno	90		In funzione
Agordo	Palestra Luxottica	Legno	110		In funzione
Cencenighe	Bed&Breakfast	Legno	90		In funzione
Taibon Agordino	Falegnameria	Legno	114		In funzione
Sospriolo	Servizi forestali provinciali	Legno	150		In funzione
Forno di Zoldo	Privato	Legno			In costruzione
<b>Impianti per usi elettrici/termici</b>					
<b>Comune</b>	<b>Sito</b>	<b>Fonte energetica</b>	<b>Potenza installata [kW]</b>	<b>Producibilità [kWh]</b>	<b>Stato attuale</b>
Castellavazzo	Impianto termoelettrico	Legno	5.500	33.500.000	Riattivata
Ospitale di Cadore	Impianto termoelettrico	Legno	20.000	125.000.000	Riattivata
Feltre	Comune di Feltre	Digestore fanghi depurazione			Sospesa

Cortina d'Ampezzo	Privato	Digestore liquami zootecnici	47		In funzione
-------------------	---------	------------------------------	----	--	-------------

Oltre ai sopraelencati impianti presenti, il bollettino 2010 del *GSE* fornisce inoltre gli impianti qualificati a progetto al 31/12/2010, per la produzione di energia elettrica da biomassa.

**Tabella 30: impianti a biomassa per la produzione di energia elettrica qualificati a progetto al 2010 (fonte GSE)**

Comune	Fonte energetica	Potenza installata [kW]
Cortina d'Ampezzo	Biogas	124
Fonzaso	Bioliquidi	420
Fonzaso	Bioliquidi	445
Longarone	Gas di discarica	300
Ospitale di Cadore	Bioliquidi	21.000
Santa Giustina	Biogas	725



**Figura 34: localizzazione dei principali impianti a biomassa (fonte ARPAV, Regione Veneto, Provincia Belluno, BIM)**

La totale potenza installata secondo il censimento realizzato dal *BIM*, risulta di 29 MW, ma dato che la maggior parte degli impianti non è censita, trattandosi di impianti privati a legna, cippato o pellet, la potenza totale è di fatto maggiore, anche se un grande contributo ai consumi di legna è dovuto alle due centrali dendroelettriche esistenti. Un più recente censimento generale di *Veneto*



*Agricoltura* (2010) evidenzia come il consumo dei 139 impianti a biomassa legnosa in provincia sia di circa 225.385 t/anno di cui, come accennato in precedenza, 200.000 t/anno consumati dalle due centrali termoelettriche cadorine.

Considerando il consumo del Veneto negli impianti a biomassa legnosa di origine forestale e industriale, di circa 500.000 t/anno per 473 impianti di tipo termico centralizzato industriale e centralizzato domestico (*Veneto Agricoltura* 2010), si può affermare che la provincia bellunese è la principale utilizzatrice di questa fonte rinnovabile.

**Tabella 31: impianti termici centralizzati a biomassa legnosa in provincia di Belluno**

	N°	Potenza [MWt]	Potenza [MWe]	Totale Pot installata [MW]	Consumi medi annui [t]
Cippato	35	4,9	23		4.921
Legna da Ardere	85	2,6			2.292
Scarti lav. legno	19	10			18.172
<b>Totale</b>	<b>139</b>	<b>17,5</b>	<b>23,0</b>	<b>40,5</b>	<b>25.385</b>

Buona parte della popolazione bellunese possiede impianti di riscaldamento che utilizzano la legna per supplire integralmente o in parte al proprio fabbisogno di energia termica, costume fortemente radicato nella tradizione locale. La stufa e la caldaia a legna sono utilizzate come fonte principale di riscaldamento o come dispositivo ausiliario, ed essendo molti utilizzatori anche produttori di legname, un corretto censimento di tale utilizzo risulta difficile.

In Veneto il consumo annuale di biomassa legnosa da ardere si attesta sui 2 milioni di tonnellate (import incluso) per circa 570.000 apparecchi (17% delle famiglie usano la legna), dove la maggioranza è composta da stufe con tecnologie tradizionali e obsolete, e 41.000 t/anno di pellet destinati a un uso domestico, anche se esso appare fortemente sottostimato rispetto al numero di apparecchi termici installati (dovrebbe risultare almeno il doppio). Questi dati sono tratti dall'indagine a carattere nazionale, svolta per macroregioni da *APAT-ARPA Lombardia* nel 2007. Quest'indagine ha stimato i consumi di legna da ardere per riscaldamento ad uso domestico, suddividendo l'Italia in otto aree, tra cui il Triveneto. Il Triveneto nei consumi è al terzo posto con 3,1 milioni di tonnellate annue, dietro alle due aree del Centro Italia e Centro-Sud Italia.

Si evince inoltre che nelle zone di montagna l'84,9% utilizza come sistema di combustione per il riscaldamento la legna, soprattutto attraverso stufe tradizionali (74,2%).

Oltre a ciò, è emerso che nel Triveneto si predilige l'uso di questo combustibile perché costa meno (39,7%) e perché non viene acquistato dal consumatore (37,9%), di fatto il 38,4% usa esclusivamente la legna che produce in proprio.

### Apparecchi termici utilizzati in Veneto

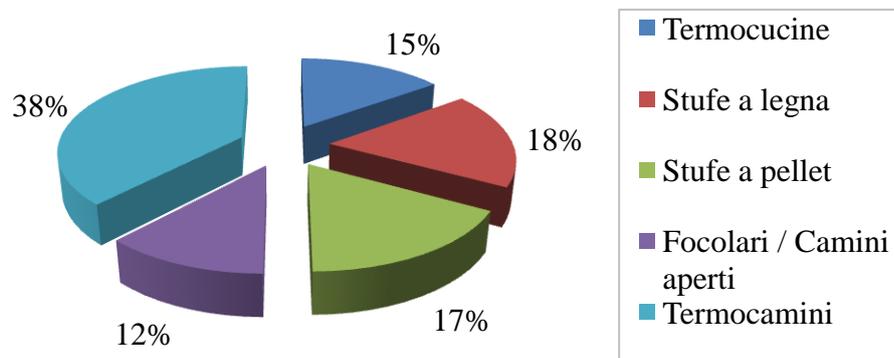


Figura 35: apparecchi termici ad uso domestico in Veneto (fonte AIEL)

Per la provincia di Belluno l'ARPAV ha avviato nel 2006 un'indagine per la quantificazione dell'uso della biomassa legnosa in ambito residenziale, ha operato attraverso un sondaggio a livello scolastico, in collaborazione con l'*Ufficio Scolastico Provinciale di Belluno*. Tale studio ha confermato che nelle valli bellunesi l'uso delle stufe a legna è molto radicato ed ha consentito di stimare un consumo domestico di biomassa legnosa, che si attesta complessivamente nel 2006 poco oltre le 300.000 tonnellate di cui, circa il 2% del totale è costituito da pellet e tronchetti. La ricerca si è svolta in due zone geografiche caratteristiche come il vallone Bellunese e la Val Zoldana, estendendo poi i risultati in analogia alle zone montane della provincia.

I risultati, che comprendono in totale oltre 5.000 questionari, in percentuale di utilizzo e in tipologia, sono i seguenti:

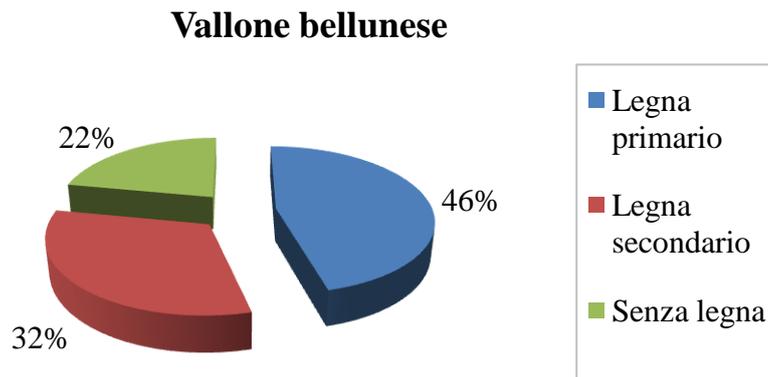


Figura 36: percentuale di utilizzo della biomassa legnosa nel vallone bellunese, anno 2006 (fonte ARPAV)

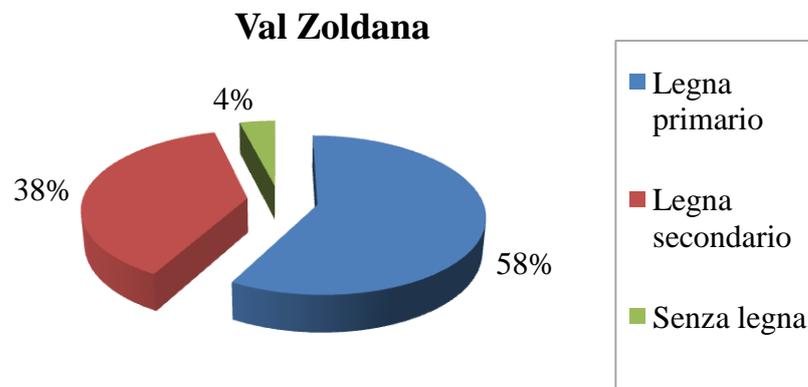


Figura 37: percentuale di utilizzo della biomassa legnosa nella val Zoldana, anno 2006 (fonte ARPAV)

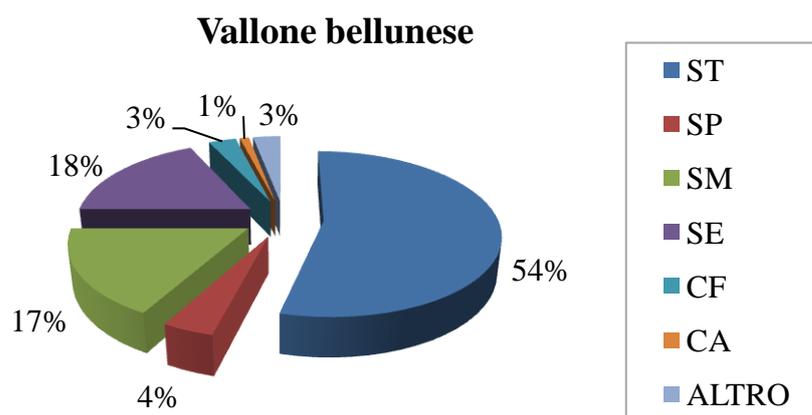
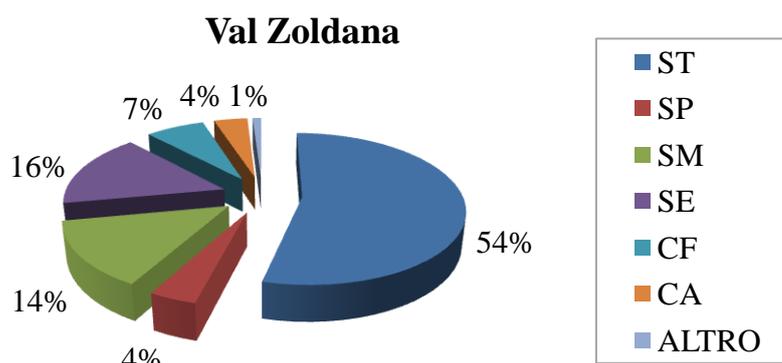


Figura 38: riscaldamento primario per tipologia di combustibile nel vallone bellunese (fonte ARPAV)

LEGENDA: ST- stufa tradizionale, SP - stufa pellet, SM – stufa in muratura o maiolica, SE – stufa ad alta efficienza, CF – caminetto ad aria forzata, CA – caminetto aperto, ALTRO – termocucine e altro.



**Figura 39: riscaldamento secondario per tipologia di combustibile nel vallone bellunese (fonte ARPAV)**

**LEGENDA:** ST- stufa tradizionale, SP - stufa pellet, SM – stufa in muratura o maiolica, SE – stufa ad alta efficienza, CF – caminetto ad aria forzata, CA – caminetto aperto, ALTRO – termocucine e altro.

L'indagine è stata ripetuta in termini più contenuti presso l'IPSSAR D. Dolomieu di Longarone nei primi mesi del 2010 con lo scopo di valutare l'eventuale trend di consumi ma anche di riscontrare eventuali sostituzioni di combustori e migliorie apportate dagli utenti al rendimento energetico dell'abitazione.

I risultati di quest'ultima analisi confermano sostanzialmente quanto emerso in quella precedente sia per quanto riguarda l'utilizzo della biomassa legnosa presso le famiglie sia per le quantità totali stimate. Infatti si evince che circa il 90% delle famiglie impiega questa risorsa energetica per il riscaldamento utilizzandone complessivamente poco più di 300.000 tonnellate.

Si può ritenere che le quantità di legna prodotte siano pari a quelle consumate e rilevate a seguito dell'indagine effettuata da ARPAV citata in precedenza depurate dalle quantità relative a tronchetti e pellet poiché questi non vengono prodotti in loco (2% circa del totale).

#### 1.4.4. Potenzialità

### BIOGAS

Nel comparto del biogas gli sbocchi in provincia sono pochi. Non vi sono né impianti di rilievo (quelli qualificati a progetto, elencati in precedenza, non sono ancora costruzione) né colture dedicate, anche perché dato il territorio, si punta necessariamente sulla biomassa legnosa. Ugualmente vengono forniti dal progetto *Probiogas* (di *Veneto Agricoltura*) le potenzialità degli scarti messi a disposizione, per la produzione del biocombustibile, come si riporta nella tabella 32.

Tabella 32: ricavabile da scarti e colture dedicate in provincia di Belluno (fonte Veneto Agricoltura)

<b>Scarti agroindustria</b>	<b>[t]</b>	<b>Produzioni agricole</b>	<b>[t]</b>
Agricoltura	18,12	Oleifere	101,93
Carni		Protaginose	0
Carni (MUD)	138,06	Cereali	59.600,39
Carni (extra MUD SOA)	302,97	Foraggere	304.348,31
Carni (extra MUD testa zampe avicoli)	0	Piante industriali	0
Ortofrutta	214,91	<b>Totale</b>	<b>364.050,63</b>
Zuccherifici	0		
Latte		<b>Reflui zootecnici</b>	<b>[t]</b>
Latte (MUD)	755,49	Letame	124.485,60
Latte (extra MUD)	1.799,20	Liquame	192.573,28
Industria dolciaria	258,13	<b>Totale</b>	<b>317.058,88</b>
Industria bevande alcoliche	18,64		
Industria lavorazione legno	615,77	<b>FORSU</b>	<b>3.064,97</b>
Industria lavorazione carta	0	<b>VERDE</b>	<b>1.151,38</b>
Industria lavorazione pelli	523,9		
Industria tessile	0		
<b>Totale</b>	<b>4.645,19</b>		

L'estensione territoriale delle colture che potenzialmente possono essere utilizzate a scopo energetico in provincia, è esigua. In uno studio della *Regione Veneto* del 2006 si nota l'apporto marginale della provincia di Belluno con solo 28 ha di soia, contro i 10.011 ha per Treviso e 22.416 per Venezia, per girasole e barbabietola vi è addirittura completa assenza.

A tal proposito vi sono dei dati sulle biomasse disponibili per scopi energetici, a integrazione alle considerazioni fin'ora esposte, che possono esser ricavati dallo studio svolto dall'*ENEA* nell'*Atlante Nazionale delle Biomasse*.

Per l'appunto, ad arricchire le colture erbacee tradizionali descritte, sono state stimate le produzioni potenziali di altre colture erbacee per la produzione di energia.

**Tabella 33: colture erbacee non tradizionali per scopi energetici (fonte ENEA)**

<b>Colture energetiche</b>	<b>[t/ha]</b>
Arundo	19,9
Miscanto	15,8
Panico	11,9
Cardo	6,4
Sorgo	16,1

Gli scarti agricoli disponibili, sono ricavati tramite un'indagine sulle tipologie e i quantitativi di biomassa residuale agricola, valutando i rapporti tra prodotto agricolo principale e il residuo associato, come si evince dalla tabella 34.

**Tabella 34: scarti agricoli disponibili per utilizzo energetico (fonte ENEA)**

<b>Scarti agricoli</b>	<b>[t/anno ss]</b>
Paglie Potenziali	7.494
Potature Potenziali	332
Lolla Riso	0
Gusci Frutta	0
Vinaccia	58
Sansa	0
Totale residui agricoli	7.885

Nella produzione di biogas, si distingue quello derivato dagli scarti animali di bovini, suini e scarti di macellazione, partendo dalla banca dati nazionale dell'*Istituto Zooprofilattico Sperimentale* e stimando il potenziale, attraverso 3 livelli che considerano il numero di capi nell'azienda.

Per la produzione di Biogas sono stati calcolati anche quelli riferiti alla biomassa dei rifiuti urbani, sia per la frazione umida, che per quella organica.

**Tabella 35: potenziale di biogas ricavabile da scarti animali e rifiuti umidi (fonte ENEA)**

<b>Scarti</b>	<b>[t/anno]</b>	<b>m<sup>3</sup>/anno</b>
Deiezioni solide bovini totali	34.998	-
Deiezioni solide bovini >100 capi	12.566	-
Deiezioni solide bovini >250 capi	4.612	-
Deiezioni solide/liquide suini totali	11.172	539

Deiezioni solide/liquide suini >500 capi	11.172	539
Deiezioni solide/liquide suini >2.000 capi	11.172	539
Scarti macellazione	733	-
FORSU	6.780	-
FO	16.571	-

## BIOMASSA LEGNOSA

L'analisi del potenziale di biomassa ritraibile nel territorio bellunese è stata compiuta sulla base dei dati disponibili sull'*Atlante Nazionale delle Biomasse (ENEA 2009)*.

Il criterio impiegato ricerca un utilizzo della biomassa sostenibile, ovvero entro i limiti di naturale rinnovabilità della risorsa. Esso considera delle limitazioni connesse all'accessibilità dei soprassuoli forestali, che condizionano l'ambito di convenienza economica delle utilizzazioni. Un primo fattore di riduzione della produttività annua sostenibile è basato sulla distanza dalla viabilità. Un secondo fattore di riduzione della stima della produttività annua sostenibile, tiene conto della pendenza e quota delle superfici forestali.

**Tabella 36: potenziale biomassa di origine legnosa disponibile per fini energetici (fonte ENEA)**

Biomassa legnosa	[t/anno ss]
Boschi latifoglie	19.463
Boschi conifere	5.490
Arboricoltura	0
Totale	24.953

Un dato confrontabile con quello appena discusso (24.953 t di biomassa legnosa disponibile), può essere estratto dal bollettino 2010 delle biomasse legnose di *Veneto Agricoltura*, che attraverso un'indagine di campionatura di 3 anni (2006-2008), ricava la disponibilità ritraibile per ettaro applicando diversi coefficienti per la massa ricavabile tra le fustaie (5% cippato qualità A e 20% cippato qualità B) e i cedui (85% legna da ardere e 15% cippato qualità A).

Il totale ricavabile si stima oltre 20.000 t/anno di sostanza fresca, inferiore ma in linea ai dati recepiti da *ENEA*.

Tabella 37: potenziale biomassa di origine legnosa disponibile per fini energetici (fonte Veneto Agricoltura 2010)

<b>Biomassa ritraibile per produzione di legna e cippato A e B</b>	<b>Cedui [tsf]</b>	<b>Fustaie [tsf]</b>	<b>Tot [tsf]</b>
Legna da ardere	14.127,60	0,00	14.127,60
Cippato A	2.493,10	796,20	3.289,30
Cippato B	0,00	3.184,90	3.184,90
<b>TOTALE</b>	<b>16.620,70</b>	<b>3.981,10</b>	<b>20.601,80</b>

Approfondendo le possibilità energetiche delle biomasse legnose, sono state visionate ed elaborate le Carte Forestali redatte dalla *Regione Veneto*, per giungere a un livello di dettaglio maggiore, quantomeno ragionando per Comunità Montane.

Sono state analizzate le categorie e i tipi forestali, le superfici occupate e la fertilità relativa per ogni specie, nelle nove Comunità Montane della provincia. Attraverso l'indice di fertilità relativa (campo di variabilità da 1 a 10), si sono evidenziate le specie più propense alla rinnovabilità grazie ad una ricrescita rapida, ed individuate le zone in cui esse sono situate.

Le specie esaminate sono 28 (su un totale delle 63 presenti nel territorio) e possiedono un indice di fertilità relativa che va da 10 a 7, e sono riportate in tabella 38. Tra queste l'abeteto dei substrati carbonatici, l'abeteto dei suoli mesici tipico, la faggeta montana tipica esalpica, la pecceta dei substrati silicatici dei suoli mesici altimontana e la pecceta secondaria montana, sono le tipologie con la maggior superficie occupata in provincia.

Tabella 38: tipologie di specie forestali presenti in provincia con F.R. &gt;7 (fonte Regione Veneto)

<b>Tipo</b>	<b>PCI medio allo stato anidro [MJ/kg]</b>	<b>Fertilità relativa</b>
Abieteto dei substrati carbonatici	19,31	9
Abieteto dei substrati silicatici	19,31	10
Abieteto dei suoli mesici con faggio	19,31	10
Abieteto dei suoli mesici tipico	19,31	10
Abieteto esometamorfismo montano	19,31	8
Abieteto esomesalpico montano	19,31	8
Aceri-frassineto tipico	18,06	7
Aceri-tiglieto tipico	18,31	7
Carpinetto con frassino	17,80	7
Carpinetto tipico	17,35	7



Castagneto dei suoli mesici	18,84	7
Rovereto tipico	18,13	7
Faggeta altimontana	18,09	8
Faggeta montana tipica esalpica	18,09	8
Faggeta montana tipica esomesalpica	18,09	8
Faggeta montana tipica mesalpica	18,09	7
Faggeta submontana dei suoli acidi	18,09	7
Faggeta submontana dei suoli mesici	18,09	7
Robinieta	18,49	8
Orno-ostrieto primitivo	17,80	7
Pecceta dei substrati carbonatici altimontana	19,28	7
Pecceta con frassino e/o acero	19,28	7
Pecceta dei substrati silicatici dei suoli mesici altimontana	19,28	9
Pecceta dei substrati silicatici dei suoli xerici altimontana	19,28	8
Pecceta dei substrati silicatici dei suoli xerici montana	19,28	7
Pecceta secondaria montana	19,28	7
Piceo-faggeto dei suoli mesici	19,28	9
Piceo-faggeto dei suoli xerici	19,28	7

Un altro dato da tenere in considerazione è la variazione della superficie boscata annuale, che in base ai dati recuperati dalle Comunità Montane della provincia, risulta elevata, evidenziando una buona crescita del bosco, che equivale a una buona potenzialità di risorse disponibili, agendo solo sulla ricrescita annuale.

**Tabella 39: tasso di variazione della superficie boscata per ogni CM della provincia di Belluno**  
(fonte Lamedica S., Dalla Valle E., Pilli R., Anfodillo T., 2007 – Cartografia, Regione Veneto)

<b>Comunità Montana</b>	<b>Superficie totale [ha]</b>	<b>Superficie boscata [ha]</b>	<b>Superficie bosco &lt;1500m slm [ha]</b>	<b>Variazione superficie bosco [ha/anno]</b>	<b>Tasso variaz. %</b>
Agordina	65.916,26	38.936,68	19.322,69	18,36	0,095
Belluno - Ponte nelle Alpi	20.533,20	10.180,41	8.791,22	8,35	0,095
Cadore Longaronese Zoldano	32.296,56	23.798,25	15.747,64	14,96	0,095
Centro Cadore	59.541,33	39.324,06	21.320,88	20,25	0,095
Comelico Sappada	34.293,22	21.270,06	8.825,95	8,38	0,095
dell'Alpago	16.759,36	9.370,39	6.848,08	6,51	0,095
Feltrina	60.414,34	37.339,65	28.635,68	27,20	0,095
della Valle del Boite	40.995,84	22.350,77	6.457,15	6,13	0,095
Val Belluna	36.389,26	20.034,92	14.683,42	13,95	0,095

Considerando quindi i valori di variazione superficiale annua e l'indice di fertilità relativa, si sono calcolati alcuni possibili scenari, sulla base dell'ipotesi che da 1 ettaro di superficie boscata si riesca a ricavare circa 400q di tondame, 400q di rami e cimoli e 200q di ceppaie, perciò in sostanza vi sono 600q di scarti recuperabili per fini energetici, questo può essere definito cippato da scarto.

Partendo dal valore di variazione superficiale annuale, si sono calcolati i quantitativi di cippato da scarto per ogni Comunità Montana, e inoltre, ripartendone la percentuale delle specie ad alta fertilità sulla ricrescita, le quantità di cippato sul totale (valutando anche la cippatura del tondame) e sugli scarti.

Tabella 40: superfici forestali presenti in provincia con F.R. Da 10-8 e da 10-7 (fonte Regione Veneto)

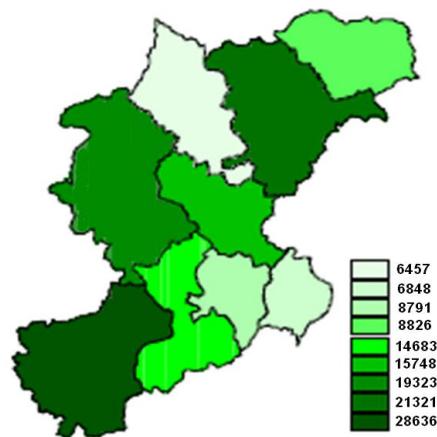
C.M.	Sup [ha] F.R. 10-8	Sup [ha] F.R. 10-7	% F.R. 10-8	% F.R. 10-7
Agordina	7.622,5	17.969,7	19,58%	46,15%
Belluno-Ponte	1.178,8	2.764,4	11,58%	27,15%
Alpago	3.238,9	4.881,3	34,57%	52,09%
Valle del Boite	2.860,8	8.126,1	12,80%	36,36%
Comelico Sappada	8.740,8	11.503,5	41,09%	54,08%
Feltrina	4.874,0	10.591,3	13,05%	28,36%
CLZ	5.090,0	8.228,1	21,39%	34,57%
Val Belluna	2.976,4	5.865,1	14,86%	29,27%
Centro Cadore	11.206,1	19.174,7	28,50%	48,76%

Tabella 41: cippato ricavabile da scarti e dal totale sulle tonnellate di ricrescita annuale per ha del bosco

Comunità Montana	Tonnellate ricavate sugli ettari della variazione superficiale annuale					
	cippato da scarto	cippato da totale	cippato da tot FR10-8	cippato da tot FR10-7	cippato da scarti FR10-8	cippato da scarti FR10-7
Agordina	1.101,6	1.836,0	215,7	847,3	143,8	338,9
Belluno- Ponte	501,0	835,0	96,7	226,7	38,7	90,7
Alpago	390,6	651,0	225,0	339,1	90,0	135,7
Valle del Boite	367,8	613,0	78,5	222,9	31,4	89,1
Comelico Sappada	502,8	838,0	344,4	453,2	137,7	181,3
Feltrina	1.632,0	2.720,0	355,1	771,5	142,0	308,6
CLZ	897,6	1.496,0	320,0	517,2	128,0	206,9
Val Belluna	837,0	1.395,0	207,2	408,4	82,9	163,3
Centro Cadore	1.215,0	2.025,0	577,1	987,4	230,8	395,0
<b>TOTALE</b>	<b>7.445,4</b>	<b>12.409,0</b>	<b>2.419,5</b>	<b>4.773,8</b>	<b>1.025,3</b>	<b>1.909,5</b>

Sulla totalità delle specie nella variazione superficiale, si possono ricavare circa 7.400 t di cippato, in particolare per il cippato ricavato da scarti di specie ad alta ricrescita, le tonnellate attendibili sono oltre 1.900 (da 10 a 7), mentre cippando anche la parte destinata ai cimali, si arriverebbe a oltre 4.770 t. Valori che sono decisamente inferiori a quelli discussi in precedenza, ma che possiedono un livello di scrematura molto alto, seppur non si consideri la viabilità e le difficoltà logistiche della zona.

Si evince la grande possibilità di puntare nel futuro su questa fonte rinnovabile, data l'elevata densità di superficie boscata, anche a quote inferiori ai 1500 m s.l.m., in zone adatte a realizzare una filiera corta e una raccolta e un trasporto facilitati.



**Figura 40: superficie boscata in ha a quota inferiore ai 1500 m.s.m. nelle comunità montane, anno 2008 (fonte Carta Regionale dei tipi forestali)**

Il vantaggio dell'utilizzo della biomassa legnosa, come ad esempio il cippato, è proprio la possibilità di recuperare gli scarti forestali dal bosco, come combustibile legnoso.

Partendo dall'analisi delle utilizzazioni relative alle domande di taglio in provincia di Belluno al 2010, messe a disposizione dal Servizio Forestale della Regione Veneto, si possono ricavare i quantitativi di scarto disponibile ai fini energetici da fustaie e cedui, nella manutenzione del bosco.

Il quantitativo ritratto nel 2010 nel territorio bellunese è pari a 67.424 t circa di fustaie e 17.827 t di cedui, per un totale di 85.251 t.

Per individuare la quantità di scarti disponibile, si è fatto riferimento al rapporto 2008 dell'Associazione Biomassa Italiana (ITABIA), redatto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Si stimano di ritrarre dal bosco un 20% di ramaglia dai cedui e un 30% di rami e cimali dalle fustaie, cioè 23.792 t di scarti.



Escludendo per entrambe le formazioni forestali un 20% di residui minimi e perdite, il restante legno ricavato dal bosco è destinato alla legna da ardere e da lavoro. Il legname ricavato dalle fustaie è considerato di maggior pregio e perciò destinato ad un proprio mercato, mentre quello dei cedui può essere utilizzato per incrementare il potenziale della biomassa al massimo ritraibile. Questa quota parte (60%) porta il totale di biomassa disponibile ai fini energetici a 34.489 t. La maggior disponibilità è riscontrata nelle Comunità Montane Feltrina e del Comelico e Sappada, caratterizzate da numerose proprietà boschive.

**Tabella 42: massa di legname ritratta dal bosco dalle domande di taglio 2010 (fonte Regione Veneto)**

<b>C.M.</b>	<b>Massa Fustaie (t)</b>	<b>Massa Cedui (t)</b>	<b>Totale (t) 2010</b>	<b>Scarti energetici (t)</b>	<b>Totale energetico (t)</b>
Agordina	7.778	942	8.720	2.522	3.087
Belluno-Ponte	1.094	1.054	2.148	539	1.171
Alpago	3.966	2.181	6.147	1.626	2.934
Valle del Boite	8.508	17	8.525	2.556	2.566
Comelico Sappada	21.564	6	21.570	6.470	6.474
Feltrina	6.610	7.181	13.791	3.419	7.728
CLZ	2.615	414	3.029	867	1.116
Val Belluna	3.292	5.777	9.069	2.143	5.609
Centro Cadore	11.998	254	12.252	3.650	3.803
<b>TOTALE</b>	<b>67.424</b>	<b>17.827</b>	<b>85.251</b>	<b>23.792</b>	<b>34.489</b>

Un'importante valenza nelle biomasse legnose, sicuramente è rivestita dagli scarti legnosi, i quali vengono a volte utilizzati nelle industrie di pannelli, oppure adibiti a rifiuto. Il doppio vantaggio che può essere ottenuto dalla loro combustione è da un lato lo smaltimento del rifiuto, dall'altro la produzione di energia da fonte rinnovabile. Nel 2004 una collaborazione tra *Regione Veneto* e *Università di Padova*, ha effettuato uno studio sui residui legnosi delle industrie di prima lavorazione nelle aree montane e pedemontane, coinvolgendo le 45 aziende presenti in provincia tra imprese boschive e segherie. A questo progetto hanno aderito 27 aziende rendendo disponibili i propri dati in merito agli scarti annuali. Consultando i dati si evince che la maggiore disponibilità è presente nelle Comunità Montane del Centro Cadore e in quella Feltrina, dovuta anche ad una maggiore diffusione nel territorio (tabella 42). Dalla tabella 43 si nota inoltre che le Comunità Montane Agordina e dell'Alpago, sfruttano un buon quantitativo di scarto come biocarburante in



azienda e parte di esso viene anche esportato fuori azienda.

**Tabella 43: quantità di scarti disponibili per fini energetici nelle industrie del legno (fonte Regione Veneto, 2004)**

Comunità Montana	N° aziende	Risposte	Refili e sciaveri [t/anno]	Trucioli [t/anno]	Segatura e polveri [t/anno]	Corteccia [t/anno]	Totale [t/anno]
Agordina	4	2	1.055,33	40,46	389,94	230,65	1.716,38
Bellunese Belluno-Ponte nelle Alpi	2	2	823,70	60,20	392,68	99,33	1.375,91
Cadore Longaronese Zoldano	3	1	176,60	0	38,70	0	215,30
Centro Cadore	13	9	3.767,04	222,00	1.221,67	627,34	5.838,05
Comelico Sappada	3	2	591,68	0	342,28	0	933,96
dell'Alpago	4	3	1.193,16	140,81	371,63	90,47	1.796,07
Feltrina	6	5	2.322,54	0,00	971,48	444,83	3.738,85
della Valle del Boite	2	0	-	-	-	-	-
Val Belluna	8	3	861,92	0	411,28	42,30	1.315,50
<b>TOTALE</b>	<b>45</b>	<b>27</b>	<b>10.791,97</b>	<b>463,47</b>	<b>4.139,66</b>	<b>1.534,92</b>	<b>16.930,02</b>

**Tabella 44: quantità di scarti delle industrie del legno utilizzati come biocombustibile (fonte Regione Veneto, 2004)**

Comunità Montana	Refili e sciaveri [t/anno]	Trucioli [t/anno]	Segatura e polveri [t/anno]	Corteccia [t/anno]	Totale [t/anno]
Agordina	1.055,33	6,02	169,52	117,00	1.347,87
Bellunese-Belluno-Ponte nelle Alpi	776,40	0	82,56	76,63	935,59
Cadore Longaronese-Zoldano	176,30	0	38,70	0	215,00
Centro Cadore	2.804,14	67,20	275,00	375,15	3.521,49
Comelico-Sappada	421,40	0	0	0	421,40
dell'Alpago	993,30	0	275,20	42,57	1.311,07
Feltrina	677,54	0	0	4,83	682,37
della Valle del Boite	0	0	0	0	0
Val Belluna	861,92	0	41,28	42,30	945,50
<b>TOTALE</b>	<b>7.766,33</b>	<b>73,22</b>	<b>882,26</b>	<b>658,48</b>	<b>9.380,29</b>

Gli scarti migliori per la produzione di cippato risultano essere i refili e sciaveri (scarti esterni del tronco dell'albero e di rifilatura, che si ottengono dalla produzione di tavole) 10.792 t , gli altri scarti hanno scarsa resa energetica.

Dalle informazioni elencate è possibile dedurre il potenziale del territorio, aggiungendo il potenziale ottenibile dal recupero degli scarti di lavorazione del legno, alle quantità di biomassa ritraibile secondo *ENEA* (24.953 t), si ottiene una disponibilità totale pari a circa 35.700 t, sufficientemente concorde con i risultati proposti da *Veneto Agricoltura*, che specifica un potenziale pari a 31.394 t.

Con i criteri adottati per l'analisi delle cartografie il potenziale calcolato tra la variazione annuale, gli scarti di segheria e la parte di manutenzione del bosco è di circa 42.000 t circa, con un massimo di 57.689 t se si considera anche la quota parte destinata alla legna da ardere; si ricava perciò un dettaglio migliore, come mostrato in tabella 45.

**Tabella 45: quantità di cippato disponibile come biocombustibile**

<b>Potenziale da scarti [t/anno] (escludo la parte destinata al mercato del tondame)</b>		<b>Potenziale totale [t/anno] (includo la parte destinata al mercato del tondame)</b>	
cippato da variazione annuale	7.445,40	cippato da variazione annuale	12.409,00
scarti di segheria	10.791,97	scarti di segheria	10.791,97
manutenzione bosco sulle domande di taglio	23.792,45	manutenzione bosco sulle domande di taglio	34.488,65
<b>TOTALE</b>	<b>42.029,82</b>	<b>TOTALE</b>	<b>57.689,62</b>

Tabella 46: quantità di cippato disponibile come biocombustibile per C.M.

C.M.	Potenziale da scarti [t/anno]				Potenziale TOT [t/anno]			
	Cippato da variaz. annuale	Scarti di segheria	Cippato da manutenz. bosco	TOT.	Cippato da variaz. annuale	Scarti di segheria	Cippato da manutenz. bosco	TOT.
Agordina	1.101,6	1.055,3	2.521,9	4.678,8	1.836,0	1.055,3	3.087,2	5.978,6
Belluno-Ponte	501,0	823,7	539,0	1.863,7	835,0	823,7	1.171,4	2.830,1
Alpago	390,6	1.193,2	1.625,9	3.209,7	651,0	1.193,2	2.934,2	4.778,4
Valle del Boite	367,8	/	2.555,8	2.923,6	613,0	/	2.566,0	3.179,0
Comelico Sappada	502,8	591,7	6.470,2	7.564,7	838,0	591,7	6.473,8	7.903,5
Feltrina	1.632,0	2.322,5	3.419,2	7.373,8	2.720,0	2.322,5	7.728,0	12.770,5
CLZ	897,6	176,6	867,2	1.941,4	1.496,0	176,6	1.115,9	2.788,5
Val Belluna	837,0	861,9	2.142,9	3.841,8	1.395,0	861,9	5.609,3	7.866,2
Centro Cadore	1.215,0	3.767,0	3.650,3	8.632,3	2.025,0	3.767,0	3.802,8	9.594,9
<b>TOTALE</b>	<b>7.445,4</b>	<b>10.792,0</b>	<b>23.792,5</b>	<b>42.029,8</b>	<b>12.409,0</b>	<b>10.792,0</b>	<b>34.488,6</b>	<b>57.689,6</b>

Le zone del Cadore, Feltrino e del Comelico e Sappada, sono quelle che possiedono disponibilità maggiori rispetto alle altre Comunità Montane, per maggior ricrescita, maggiori scarti di segheria e presenza di specie ad alta fertilità.

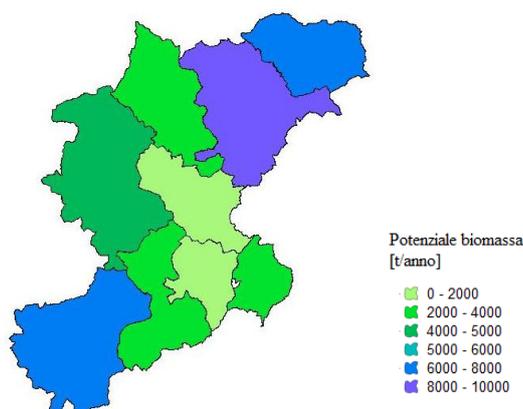


Figura 41: potenziale biomassa ritraibile per comunità montana tra scarti di segheria e cippato da scarto ricavato nella variazione superficiale annuale

## 1.5. Energia geotermica

### 1.5.1. Generalità

La geotermia utilizza come fonte di energia termica il calore del terreno proveniente dagli strati più profondi della crosta terrestre. La caratteristica principale a vantaggio del terreno come sorgente termica, è la sua elevata capacità di accumulo. A basse profondità (5-20 metri), la temperatura media del terreno è all'incirca costante nel corso dell'anno l'anno, oscillando attorno ad un valore medio che è sostanzialmente uguale alla temperatura media annuale della località in esame. A partire da una certa profondità invece la temperatura del sottosuolo aumenta gradualmente con un gradiente medio globale di circa 3°C ogni 100 m. Anche la conducibilità termica del terreno, è un fattore di notevole importanza, è legata non solo al tipo di suolo in esame, ma in particolar modo al suo contenuto idrico e alla presenza di acqua di falda che favorisce il contatto tra impianto e sottosuolo aumentandone il rendimento potenziale. Alcuni esempi di tipologia di terreno con le rispettive caratteristiche termiche sono riportati in tabella 47.

**Tabella 47: caratteristiche medie per differenti tipi di sottosuolo (fonte ENEA)**

Tipo di sottosuolo	Conducibilità termica [W/(m*K)]	Potenza specifica assorbita (sonda 130mm) [W/m]	Lunghezza sonda per unità termica [m/kW]	
			COP = 3	COP = 3,5
Roccia mobile secca	<1,5	20	33	36
Roccia dura o roccia instabile satura di acqua	1,5 - 3,0	50	13	14
Roccia dura a cond. Term. Elevata	3	70	9,5	10
Ghiaia o sabbia (secche)	0,4	<20	>33	>36
Ghiaia o sabbia (acquifere)	1,8 - 2,4	da 55 a 65	da 10 a 20	da 11 a 13
Argilla e limo (umidi)	1,7	da 30 a 40	da 17 a 22	da 18 a 24
Calcere massiccio	2,8	da 45 a 60	da 11 a 15	da 12 a 16
Molassa	2,3	da 55 a 65	da 10 a 12	da 11 a 13

Granito	3,4	da 55 a 70	da 9,5 a 12	da 10 a 13
Basalto	1,7	da 35 a 55	da 12 a 19	da 13 a 20
Gneiss	2,9	da 60 a 70	da 9,5 a 11	da 10 a 16

L'energia geotermica può essere ad alta o a bassa entalpia in relazione alle condizioni geologiche del sito; nel primo caso le modalità di sfruttamento sono basate su perforazioni profonde, dove le alte temperature consentono l'utilizzo diretto del calore, mentre la geotermia a bassa entalpia utilizza risorse termiche poste a profondità limitata mediante scambiatori di calore che possono essere costituiti da sonde geotermiche a perforazione superficiale, fasci di tubi orizzontali e pali energetici. Quest'ultimo sistema deve necessariamente essere integrato con pompa di calore, perché la temperatura non è ancora utile per il riscaldamento.

Gli scambiatori possono essere:

- verticali: a fronte di una elevata efficienza e del poco spazio necessario alla loro installazione comportano costi di esecuzione elevati;
- orizzontali: caratterizzati da costi inferiori ma anche da minore efficienza, da maggiore estensione di terreno necessaria e dal fatto che risentono del ciclo stagionale.

Qualunque sia la tipologia di scambiatore esso consiste in una serie di tubazioni inserite nel terreno all'interno delle quali circola un fluido vettore (acqua, acqua con glicole o aria) che non entra in contatto con il suolo e che assorbe il calore (in inverno) o lo dissipa (in estate).

Esistono differenti tipi di pompe di calore geotermiche:

*Ad acqua superficiale* (SWHP): operano sfruttando come sorgente termica acque superficiali, si distinguono in *dirette* (dopo esser stata prelevata l'acqua viene reimpressa dopo lo scambio termico) ed *indirette* (lo scambio di calore avviene solo con le tubazioni immerse, l'acqua superficiale non è prelevata);

*Ad acqua di falda* (GWHP): utilizzano l'acqua di falda sotterranea prelevata tramite pozzi come sorgente termica. Dopo lo scambio termico con la pompa di calore, l'acqua può essere scaricata in acque superficiali o nella rete pubblica (impianto a singolo pozzo), oppure reimpressa in falda tramite un altro pozzo (impianto a doppio pozzo);

*Accoppiate al terreno* (GCHP): in questo caso è direttamente la massa del terreno che agisce da sorgente termica, senza alcun prelievo d'acqua. Un circuito idronico chiuso accoppia



pompa di calore e terreno con tubazioni di scambio termico nel terreno (verticali, orizzontali, a spirale) in cui scorre il fluido termovettore;

*ATES* : utilizza due pozzi distinti posizionati a distanza tale da minimizzare l'interferenza termica tra i due: uno per il prelievo e l'immissione di acqua più calda della temperatura naturale della falda, l'altro per il prelievo e l'immissione di acqua più fredda della temperatura naturale della falda.

In alternativa ai sistemi di riscaldamento e raffreddamento basati sull'uso di combustibili fossili le pompe di calore applicate a un impianto geotermico permettono di conseguire risparmi energetici notevoli riducendo il consumo per il riscaldamento dal 30% al 60% e quello per il raffrescamento dal 20% al 40% a fronte però di un investimento iniziale abbastanza elevato, che si ripaga in un tempo maggiore rispetto alle fonti rinnovabili esaminate fin'ora.

### *1.5.2. Il geotermico in Italia e nel Veneto*

In Italia il geotermico possiede una storica tradizione come pionieri della tecnologia (Larderello). Le applicazioni ad alta entalpia sono concentrate nella fascia preappenninica di Toscana, Lazio e Campania e nell'antistante zona tirrenica, fino alla Sicilia. In queste aree i movimenti del mantello terrestre, hanno portato elevati flussi di calore a pochi chilometri di profondità sotto rocce permeabili, utilizzabili quindi come serbatoi geotermici per scopi energetici.

La possibilità di produrre energia elettrica da geotermia in Italia, si ha solamente nella zona della Toscana, date le temperature che si raggiungono. Attualmente sono in esercizio 32 impianti che producono annualmente 5.342 GWh (*GSE*).

Altrove la fonte geotermica è sfruttata unicamente per la produzione termica. Nel Veneto, vi sono alcune realtà soprattutto in pianura, che dispongono di energia geotermica a temperatura anche piuttosto elevata come Vicenza e la zona dei Colli Euganei, dove si registrano temperature comprese tra i 70/90°C a profondità di 500-2.000 m variabili negli strati di rocce carbonatiche. Altre possibili aree geotermicamente interessanti sono le zone nei pressi del lago di Garda (in particolare Sirmione).

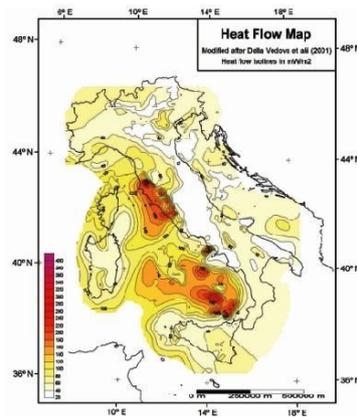


Figura 42: mappa dei flussi di calore in  $\text{mW/m}^2$  in Italia

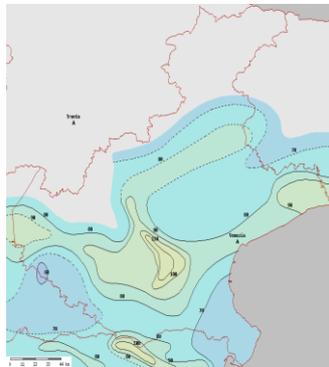


Figura 43: mappa delle isoterme e dell'andamento delle temperature a 3 km di profondità in Veneto

### 1.5.3. La situazione in provincia

In figura 43 è presentata la mappa delle isoterme e dell'andamento delle temperature ad una profondità di 3 km. Come si evince dal diagramma, la provincia di Belluno si colloca in una macro area caratterizzata da bassa entalpia e gradienti in genere inferiori rispetto a quelli di altre fasce alpine (con temperature comprese tra i  $60\text{-}70^\circ\text{C}$ ), in particolare delle Alpi occidentali e della Svizzera. Con l'eccezione di alcuni "hot spot" localizzati a 3 km di profondità in Agordino e Comelico (Terme di Valgrande) legati a risalite di acque termali lungo faglie profonde, lo sfruttamento geotermico in provincia può contare su gradienti medi, sfruttabili attraverso perforazioni che vanno a interessare, con scambio diretto, in prevalenza le rocce del substrato.

Dai dati reperiti dall'ARPAV e dal *Consorzio del BIM Piave*, non sono molti gli impianti presenti in provincia, con l'eccezione del comune di Voltago Agordino, che presenta 8 impianti installati (quasi la totalità della provincia), la zona del vallone bellunese e l'innovativo polo scolastico di

Agordo, che sfrutta in modo integrato energia geotermica, solare termica, fotovoltaica e il recupero dell'aria espulsa.

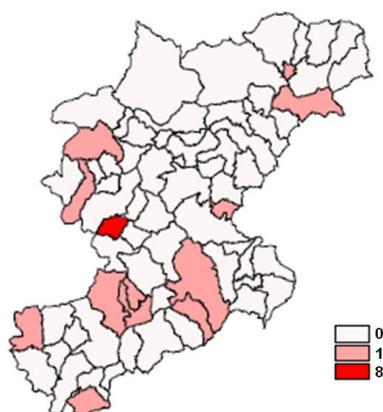


Figura 44: localizzazione degli impianti con pompa geotermica autorizzati nel periodo 2005/2007  
(fonte ARPAV)

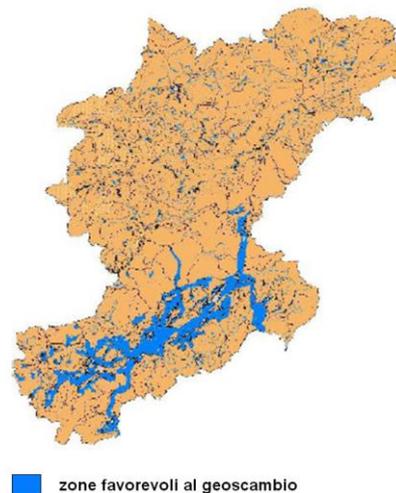
Tabella 48: dati noti di alcuni degli impianti geotermici realizzati in provincia di Belluno

Comune	Sito	Potenza installata [kW]	N° sonde	Lungh. Sonde [m]	Posizione	Portata [m <sup>3</sup> /h]
Belluno	Scuola materna di Levego	73	10	100		
Castellavazzo	Edificio parco tecnologico ambientale	85 (th) - 95 (frig)	10	100	Verticali	
Agordo	Polo scolastico	152	6+6	125 (6) e 160 (6)	Verticali	6 (di 6 sonde) e 4 (altre 6)
Belluno	Centro culturale "Piero Rossi"					
Limana	Privato					

#### 1.5.4. Potenzialità

In presenza di acqua di falda è favorito il contatto tra impianto e sottosuolo con conseguente aumento della capacità di scambio termico. Di conseguenza i siti più favorevoli allo sfruttamento geotermico sono quelli in cui la perforazione consente di raggiungere facilmente la falda. Per lo

spessore delle alluvioni del Piave e dei relativi affluenti e la presenza di acquiferi di potenzialità significativa, è possibile uno sfruttamento con uno scambio termico con la falda freatica quasi esclusivamente nel vallone bellunese. Si tratta di un'area piuttosto limitata rispetto all'intero territorio provinciale.



**Figura 45: mappa delle zone favorevoli allo scambio geotermico in falda (fonte ARPAV)**

Al fine di divulgare maggiori informazioni rispetto a tale tecnologia, si possono prevedere delle campagne informative per famiglie, aziende, operatori nel settore immobiliare ed energetico, per incentivare l'applicazione soprattutto nelle aree maggiormente favorevoli, dove la presenza di acqua nel sottosuolo permette di ridurre la lunghezza dello scambiatore, a causa della temperatura del terreno mediamente superiore.

Oltre a queste possibili azioni, interessante potrebbe essere l'applicazione di pompe di calore nelle cave dismesse, potendo estrarre calore in inverno e smaltirlo in estate. Tramite l'utilizzo di reti distribuite di energia si possono raggiungere le utenze, portando verosimilmente una riduzione delle emissioni locali e globali in atmosfera, oltre ad una riqualificazione delle aree di scarsa qualità.

Delle 50 cave estinte disponibili in provincia, visionate in precedenza nel capitolo del potenziale fotovoltaico, sono stati estratti 6 possibili siti per l'installazione di pompe di calore. Tramite strumenti GIS, si sono scelte zone in cui lo scambio geotermico è favorevole (dalla mappa precedente) e in cui la distanza da centri abitati o poli industriali non sia eccessiva, cosicché la rete di distribuzione sia breve e perciò il meno onerosa possibile.

I comuni interessati per eventuali applicazioni urbane sono: Pedavena, San Gregorio nelle Alpi, Sedico e Ponte nelle Alpi. Quest'ultimo caratterizzato da cave nelle vicinanze del Lago di Santa

Croce, quindi in zone di scambio termico ideale. Una possibile installazione in un piccolo polo industriale, si può trovare nel comune di Belluno.



Figura 46: mappa delle possibili installazioni di pompe geotermiche in cave dismesse in provincia

## 1.6. *Energia eolica*

### 1.6.1. *Generalità*

L'energia eolica è il prodotto della conversione dell'energia cinetica del vento in energia meccanica e poi in altre forme; essa dipende in maniera preponderante dalla velocità del vento, quindi dalla sezione di passaggio nell'impianto, dalla temperatura e dalla pressione. Circa 1-2% dell'energia proveniente dal sole viene convertita in energia eolica, una quantità circa 50-100 volte maggiore dell'energia convertita in biomasse da tutte le piante sul nostro pianeta. Essa si può considerare una risorsa rinnovabile naturale e pulita.

L'utilizzo principale dell'energia eolica non è come in passato quello di forza motrice, attualmente essa è per lo più convertita direttamente in elettrica attraverso gli aerogeneratori, ad asse verticale o più diffusamente ad asse orizzontale, e quindi immessa in rete.

Dal punto di vista economico tale conversione è vantaggiosa, poiché il rapporto costo/produzione è favorevole, ma malgrado ciò lo sfruttamento dei venti comporta una serie di problematiche da esaminare con attenzione. Un aspetto non trascurabile è l'impatto ambientale sul territorio, dato che le torri sono alte anche decine di metri e solitamente un parco eolico è costituito da più generatori affiancati.



Per un efficiente utilizzo della fonte eolica, il sito dell'impianto deve soddisfare alcuni requisiti fondamentali:

- possedere un'adeguata ventosità (con velocità ottimale compresa fra 12 e 14 m/s, minima fra 3,5 e 5, insufficiente se sotto i 3,5 m/s);
- vento sufficientemente omogeneo;
- disponibilità di terreno con pendenze contenute e di superficie adeguata (il meno scabro possibile);
- assenza di insediamenti abitativi troppo vicini;
- strade d'accesso al sito adatte a trasporti pesanti e accessibili tutto l'anno;
- rete elettrica a distanza accettabile;

I siti eolici ad alta quota comportano generalmente problematiche di costruzione ed esercizio più complesse rispetto ad altri anche se esistono già esempi di impianti relativamente grandi realizzati con successo.

La quantità di energia che il vento trasferisce al rotore, dipende dalla densità dell'aria, dall'area del rotore e dalla velocità del vento.

Esistono due famiglie di turbine :

rotore ad *asse verticale* (VAWT): esempi sono il rotore Savonius, Darrieus e H. Essi ruotano rispetto ad un asse verticale e non necessitano di mutare orientamento al variare della direzione del vento. Ad eccezione del Savonius, non si avviano spontaneamente, ma necessitano di avviamento esterno. Nel rotore Savonius si sfrutta la *resistenza* opposta al vento dal rotore, negli altri due la *portanza* indotta dal vento sulle pale. I rotorì a portanza sono molto più efficienti di quelli a resistenza;

rotore ad *asse orizzontale* (HAWT): sono turbine a una, due o tre pale, con possibilità di auto-avviamento e che sfruttano la portanza. Necessitano di un meccanismo di orientamento nella direzione di provenienza del vento.



Figura 47. Rotore Savonius

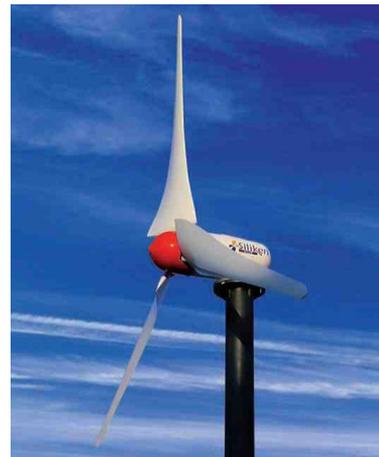


Figura 48. Turbina 3 pale

Esistono modelli di simulazione che permettono di stabilire, in via preliminare, l'idoneità o meno di un sito da adibire all'installazione di un impianto eolico. Il Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova ha sviluppato il modello *WINDS* (Wind-field Interpolation by Non Divergent Schemes), un preprocessore meteorologico per la simulazione del campo di vento tridimensionale sulla base del quale la stessa Università assieme al *CESI* (Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano), ha costituito l'*Atlante Eolico* dell'Italia. È chiaro che, in ogni caso, la ventosità del sito sarà da verificare con misure sul posto prima dell'installazione di un impianto.

In base all'*Atlante Eolico* il Sud Italia e le Isole risultano nettamente favorite per quanto riguarda le risorse eoliche su grande scala, anche al Centro e al Nord Italia si notano aree ventose, sia pure più ristrette, ed altri siti particolari potrebbero rivelarsi idonei grazie a fenomeni locali non considerati dall'*Atlante*.

### 1.6.2. Gli impianti in provincia di Belluno

La provincia di Belluno non ha sicuramente a disposizione un territorio con un'adeguata ventosità, per l'installazione e lo sfruttamento delle pale eoliche. In realtà però risulta la provincia con più impianti installati in regione, anche se di bassa potenza e producibilità, perché si tratta di impianti pilota sperimentali. Gli impianti eolici attualmente censiti in provincia sono stati realizzati da *BIM* e *S.T.E. Energy* fra il 2000 e il 2006 ed evidenziati nella cartina sottostante (figura 49), presentano una potenza di 20 kWp ciascuno e una producibilità totale teorica di kWh 67.500/anno.

Tabella 49: caratteristiche degli impianti eolici pilota realizzati in provincia di Belluno (fonte BIM)

Comune	Potenza installata [kW]	Producibilità [kWh]
Perarolo di Cadore	20	22.500
Puos d'Alpago	20	22.500
Quero	20	22.500
<b>TOTALE</b>	<b>60</b>	<b>67.500</b>



Figura 49: localizzazione degli impianti eolici realizzati in provincia di Belluno (fonte BIM)

### 1.6.3. Potenzialità

In base all'*Atlante Eolico Nazionale* elaborato da *CESI* e *Università di Genova*, citato in precedenza, in provincia di Belluno a un'altezza di 50 metri dal suolo sono pochi i siti in cui il vento supera la velocità di 4 m/s (figura 50); all'altezza di 70 metri la situazione varia di poco. Inoltre, nell'area alpina l'energia eolica ha una disponibilità molto irregolare: quasi inesistente in estate, più consistente in inverno.

Senza dubbio questo tipo di fonte rinnovabile non è applicabile nel territorio con sufficiente efficienza energetica, in quanto la scarsa ventosità pregiudica fortemente i rendimenti. Nelle figure seguenti si notano gli estratti dall'atlante nazionale, sia riguardo la velocità media annua (figura 50),

sia la producibilità specifica (figura 51): si notano l'assenza di siti adeguati, se non rarissimi aumenti (non superiori ai 5 m/s) ancora insufficienti, oltretutto in zone impervie o protette.

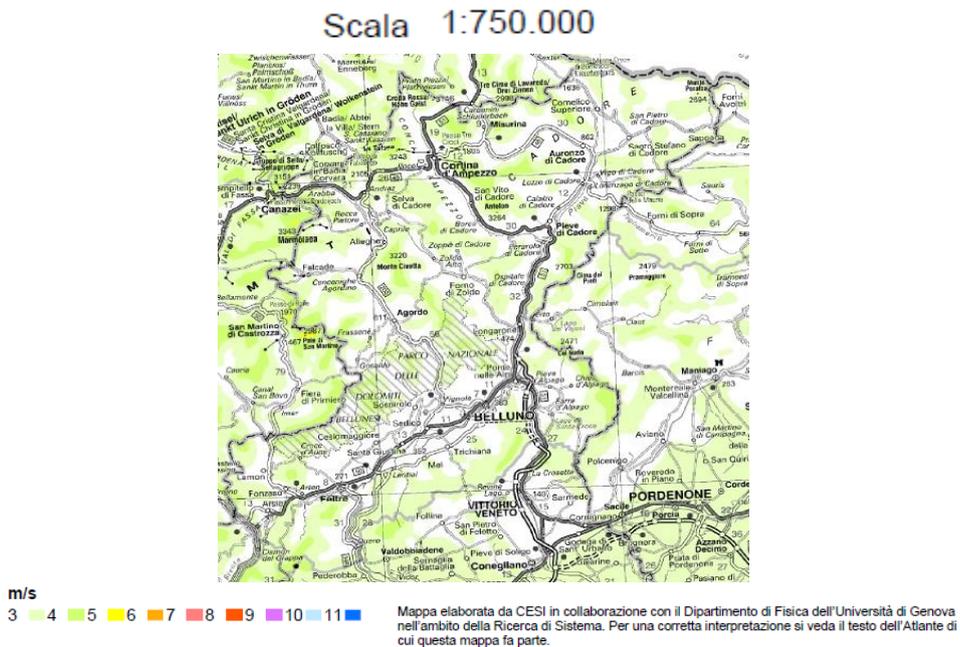


Figura 50: mappa della velocità media annua del vento a 50 m s.l.m. (fonte CESI – WINDS)

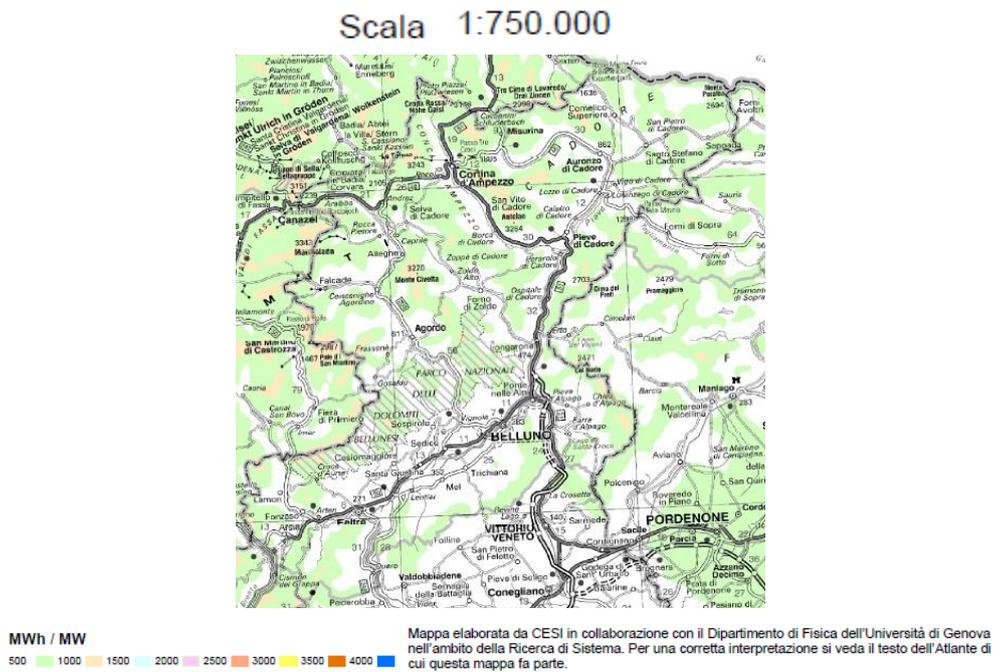


Figura 51: mappa della producibilità specifica a 50 m s.l.m. (fonte CESI – WINDS)



## 1.7. *Le reti di teleriscaldamento*

### 1.7.1. *Generalità*

Una rete di teleriscaldamento è un sistema in cui il calore generato dalla combustione centralizzata di un vettore energetico, in una caldaia opportunamente progettata e monitorata, viene trasferito per mezzo di una rete di tubazioni alle utenze sottoforma di acqua ad elevata temperatura (fluido termovettore). Una delle tipologie di teleriscaldamento utilizza il calore generato in caldaie a biomassa legnosa, spesso cippato, in esse il gas di combustione attraverso uno scambiatore vapore-acqua, genera acqua calda (oppure surriscaldata o vapore) che è introdotta nella rete di teleriscaldamento e distribuita alle utenze.

I due principali pre-requisiti di fattibilità di un impianto di teleriscaldamento a cippato sono:

- la necessità di riscaldamento per molti mesi l'anno;
- la disponibilità di materia prima locale, possibilmente da più fonti di approvvigionamento.

Generalmente una rete di teleriscaldamento è costituita da una coppia di tubi (mandata e ritorno) sotterrati a una profondità di circa 1-1,5 metri, opportunamente coibentati e posati su sabbia fine, all'interno dei quali scorre l'acqua.

Le temperature caratteristiche sono di circa 75-85°C in mandata, mentre al ritorno la temperatura non dovrebbe mai diminuire oltre i 65-70°C, per evitare problemi legati a condense e corrosioni nel generatore. L'acqua in mandata scambia il proprio calore ad ogni sottostazione, dove è installato uno scambiatore di calore e un conta calorie, gestito in telecontrollo, perciò ciascun utente paga effettivamente il calore consumato. La differenza di temperatura tra mandata e ritorno, viene contabilizzata per il calcolo dei kWh erogati all'utenza. Durante il percorso nella rete, la perdita di calore è minima (qualche grado al chilometro).

I vantaggi del teleriscaldamento possono esser così riassunti:

- riduzione dell'inquinamento;
- risparmio energetico per rinnovamento e gestione aggiornata;
- riduzione problemi di sicurezza dovuti all'uso distribuito dei combustibili fossili;
- valorizzazione del legno e ambientale.



Mentre gli svantaggi riguardano soprattutto gli elevati costi d'installazione, la posa delle tubazioni e la lunghezza della rete. La convenienza di una rete di teleriscaldamento aumenta nella situazione ideale di servire un'area a elevata densità di utenze, per lo più priva di singole zone periferiche, per non gravare ulteriormente sui costi.

### 1.7.2. *Il teleriscaldamento in Provincia*

Al momento situata nel comune di S.Stefano di Cadore, è presente in provincia una sola rete di teleriscaldamento di dimensioni rilevanti. Esistono anche delle piccole reti pilota realizzate dal *BIM Piave*: ad Alano di Piave al servizio della palestra (180 m di tubazione), a Gosaldo per gli uffici comunali, a Limana per il palasport (130 m di tubazione) e infine a Valle di Cadore per scuola e municipio.

Analizzando nel dettaglio l'impianto di S.Stefano di Cadore, si vede di come si tratti di una rete di medie dimensioni, attivata dalla fine dell'anno 2008, che realizza una produzione annua teorica di 3.050.000 kWh.

La centrale che alimenta la rete possiede una potenza termica installata di 1.500 kW, divisa in due generatori di calore, uno a biomasse (800 kW) e uno a gasolio (700 kW in funzione solo in caso di necessità). Un silos interrato caricabile dall'esterno è utilizzato per lo stoccaggio del cippato. Il fabbricato che ospita le strutture civili (centrale termica, silos, ecc...) presenta un minimo impatto ambientale: è costituito da un piano integralmente interrato, che contiene il silos di stoccaggio del cippato, da un piano parzialmente interrato, che alloggia la centrale termica, e da un terzo livello che è realizzato fuori terra. La rete di teleriscaldamento misura 1.900 metri (1.400 metri di rete principale e circa 500 m di allacciamenti privati), è composta da una doppia tubazione (andata e ritorno a cavidotti paralleli) dimensionata per realizzare tra andata e ritorno un salto termico ( $\Delta t$ ) pari a 30°C, che può essere portato a 40°C, secondo l'esigenza. Il tubo conduttore è in acciaio Fe37, coibentato con un espanso poliuretano (ciclo pentano con una conduttività termica  $< 0,033 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ), e presenta un rivestimento esterno in polietilene ad alta densità (PEHD). Nella rete sono presenti inoltre curve, raccordi a T, riduzioni e giunti ad "omega" per l'assorbimento delle dilatazioni provocate dal notevole differenziale termico. I tubi conduttori con spessori fino a 4 mm sono saldati a TIG e almeno con due passate, con la passata di completamento e di copertura effettuata con elettrodo. Le saldature ultimate sono state sottoposte ad un esame a vista da e sottoposte a controlli non distruttivi con radiografia.

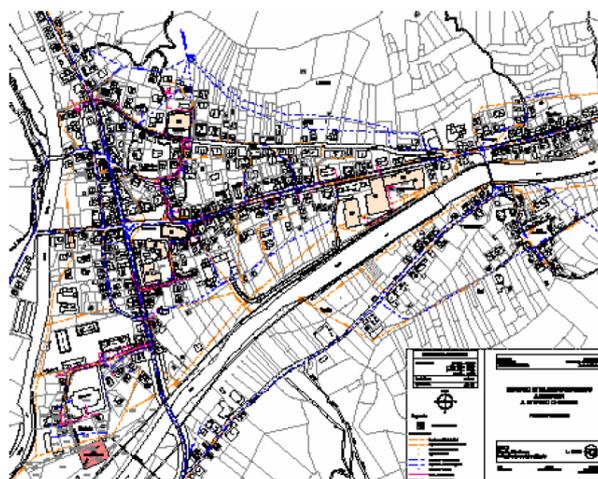


Figura 52: dettaglio rete di teleriscaldamento S.Stefano di Cadore (fonte BIM)

## 2. IL QUADRO NORMATIVO

### 2.1. *Quadro normativo delle incentivazioni per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile*

#### 2.1.1. *Incentivazioni per impianti in esercizio dal 01/01/2008*

L'art. 11 del *Decreto Legislativo 16/03/1999 n.79* ha introdotto l'obbligo, a carico dei produttori e degli importatori di energia elettrica prodotta da fonti non rinnovabili, di immettere nel sistema elettrico nazionale, a partire dal 2002, una quota minima di elettricità prodotta da impianti alimentati a fonti rinnovabili entrati in esercizio dopo il 1° Aprile 1999.

Produttori ed importatori soggetti a quest'obbligo, possono adempiervi immettendo in rete elettricità prodotta da fonti rinnovabili oppure acquistando da altri produttori titoli, chiamati certificati verdi (CV), comprovanti la produzione dell'equivalente quota.

Rientrano in questa categoria gli impianti entrati in esercizio dopo il 31/12/2007, a seguito di nuova costruzione, riattivazione, rifacimento totale e parziale, potenziamento, alimentati da:

- fonti rinnovabili;
- rifiuti non totalmente biodegradabili o più in generale impianti ibridi per la quota parte di energia elettrica ascrivibile alla fonte rinnovabile;

Oltre ad essi, anche gli impianti termoelettrici a fonte convenzionale in esercizio prima del 1/4/1999 e che iniziano ad operare come centrali ibride dopo il 31/12/2007.

#### 2.1.2. *Tipo e durata dell'incentivazione*

Per impianti che entrino in esercizio a decorrere dal 1° gennaio 2008, i produttori possono richiedere l'incentivazione mediante Certificati Verdi (CV) o, per gli impianti di potenza nominale media annua non superiore ad 1 MW (200 kW per la fonte eolica) e su richiesta esplicita del produttore, mediante la corresponsione di una Tariffa Omnicomprensiva (TO) per un periodo di 15 anni.

Possono accedere ai meccanismi di incentivazione esclusivamente gli impianti collegati alla rete

elettrica aventi una potenza nominale media annua non inferiore a 1 kW.

Si precisa che, ai sensi dell'articolo 2 del *DM 18 dicembre 2008*, la potenza nominale media annua è data:

- per gli impianti idroelettrici, dalla potenza nominale media riportata nel Decreto di concessione di derivazione d'acqua espressa in MW, tenendo conto della decurtazione conseguente all'applicazione del deflusso minimo vitale;
- per gli altri impianti, salvo e impregiudicato quanto sarà definito nelle procedure di qualifica che saranno approvate da MSE e MATTM, è valutata come somma delle potenze attive massime erogabili dai gruppi generatori dell'impianto.

### 2.1.3. Il sistema dei certificati verdi

I certificati verdi hanno un valore unitario pari ad 1 MWh e sono emessi dal GSE in numero pari al prodotto della produzione netta di energia incentivabile per i coefficienti, differenziati per fonte, della tabella 50 tratta dalla *Legge Finanziaria 2008*.

La tabella 50 emessa con la *Legge Finanziaria 2008* è stata aggiornata dalla *Legge 23/07/2009 n.99* come sotto riportata:

**Tabella 50: coefficienti diversificati per fonte utilizzati nel calcolo dei certificati verdi (fonte GSE)**

N°	Fonte	Coefficiente
1	Eolica per impianti di taglia superiore a 200 kW	1
1-bis	Eolica offshore	1,5
3	Geotermica	0,9
4	Moto ondoso e maremotrice	1,8
5	Idraulica diversa da quella del punto precedente	1
6	Rifiuti biodegradabili, biomasse diverse da quelle di cui al punto 7	1,3
7	Biomasse e biogas prodotti da attività agricola, allevamento e forestale da filiera corta	1,8
8	Gas di discarica e gas residuati dai processi di depurazione e biogas diversi da quelli del punto 7	0,8

Il prezzo dei certificati verdi si forma sul mercato in base alla legge della domanda e dell'offerta. Le transazioni dei CV possono avvenire mediante contratti bilaterali, multilaterali o attraverso una



piattaforma di negoziazione costituita presso il Gestore del Mercato Elettrico.

La Legge Finanziaria 2008 ha introdotto una nuova modalità di calcolo del prezzo di offerta dei CV del GSE: a partire dal 2008 essi sono collocati sul mercato a un prezzo, riferito al MWh elettrico, pari alla differenza tra 180 €/MWh (valore di riferimento) ed il valore medio annuo del prezzo di cessione dell'energia elettrica definito dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas in attuazione dell'articolo 13 comma 3 del D.Lgs 387/03, registrato nell'anno precedente e comunicato dalla stessa Autorità entro il 31 gennaio di ogni anno.

Il valore di riferimento ed i coefficienti indicati nella sopra citata tabella 50, possono essere aggiornati, ogni 3 anni, con decreto del Ministro dello sviluppo economico, assicurando la congruità della remunerazione ai fini dell'incentivazione delle fonti energetiche rinnovabili.

#### *2.1.4. Il sistema della Tariffa Onnicomprensiva*

Su richiesta del Produttore, in alternativa ai CV, l'incentivazione può essere riconosciuta dal GSE mediante la corresponsione di una Tariffa Onnicomprensiva nel caso di impianti di potenza nominale media annua non superiore a 0,2 MW, per gli impianti eolici, o non superiore ad 1 MW per gli altri impianti, con l'esclusione degli impianti termoelettrici ibridi individuati al secondo punto del capitolo 2.1.1.

I limiti di potenza nominale media annua sono riferiti alla somma delle potenze nominali medie annue complessivamente installate, per ciascuna fonte, a monte di un unico punto di connessione alla rete elettrica.

La TO comprende sia il valore dell'incentivo che il ricavo per la vendita dell'energia elettrica prodotta. Inoltre solo la quota parte dell'energia elettrica netta da fonte rinnovabile prodotta dall'impianto ed immessa in rete, come definita nell'allegato A del *DM 18/12/2008*, può accedere alla TO.

I valori della tariffa onnicomprensiva, di entità variabile a seconda della fonte, sono riportati nella tabella 51 che segue, estratta *della Legge Finanziaria 2008*.

Tale tabella 51 è stata aggiornata dalla *Legge 23/07/2009 n.99*, come sotto riportata.

Tabella 51: tariffe diversificate per fonte per il calcolo della tariffa onnicomprensiva (fonte GSE)

N°	Fonte	Tariffa (€cent/kWh)
1	Eolica per impianti di taglia inferiore a 200 kW	30
3	Geotermica	20
4	Moto ondoso e maremotrice	34
5	Idraulica diversa da quella del punto precedente	22
6	Biogas e biomasse, esclusi i biocombustibili liquidi ad eccezione degli oli vegetali puri tracciabili attraverso il sistema integrato di gestione e di controllo previsto dal regolamento (CE) n. 73/2009 del Consiglio, del 19 gennaio 2009	28
8	Gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biocombustibili liquidi ad eccezione degli oli vegetali puri tracciabili attraverso il sistema integrato di gestione e di controllo previsto dal regolamento (CE) n. 73/2009 del Consiglio, del 19 gennaio 2009	18

La tariffa onnicomprensiva può essere variata ogni 3 anni con decreto del Ministro dello sviluppo economico assicurando la congruità della remunerazione ai fini dell'incentivazione delle fonti energetiche rinnovabili.

Al termine dei quindici anni l'energia elettrica è remunerata, con le medesime modalità, alle condizioni economiche previste dall'articolo 13 del *Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387*.

#### 2.1.5. Indicazioni specifiche per l'incentivazione degli impianti fotovoltaici – Il conto energia

Ai sensi dell'articolo 2, comma 144, tabella 50 e comma 145, tabella 51 della *Legge Finanziaria 2008*, nonché dell'articolo 3, commi 1 e 2 del *DM 18/12/2008*, la produzione derivante da impianti fotovoltaici non può accedere alla incentivazione mediante certificati verdi o tariffa onnicomprensiva, ad eccezione di quella derivante da impianti per i quali sia stata inoltrata la domanda di autorizzazione unica in data antecedente alla data di entrata in vigore della *Legge*

*Finanziaria 2008*, in tal caso vi è l'accesso meccanismo dei certificati verdi.

Le produzioni di energia elettrica da fonte solare, mediante impianti fotovoltaici connessi alla rete elettrica, sono incentivate attraverso il programma europeo Conto Energia. Tale sistema è stato introdotto in Italia con il *DM 28 luglio 2005*, ed è ora alla sua quarta fase (*Quarto Conto Energia DM 5 maggio 2011*) data la volontà di dare continuità al meccanismo di incentivazione.

Del Quarto Conto Energia possono usufruirne tutti gli impianti, di potenza non inferiore a 1 kW, che entrano in esercizio dopo il 31/05/2011 e fino al 31/12/2016 a seguito di interventi di nuova costruzione, rifacimento totale o potenziamento, appartenenti alle categorie: fotovoltaico, fotovoltaico integrato innovativo, fotovoltaico a concentrazione e fotovoltaico di innovazione tecnologica.

Negli impianti solari fotovoltaici il limite di potenza incentivabile è di 3.000 MW, con una durata di incentivazione di 20 anni. Le tariffe previste, espresse nella tabella 52, sono decurtate del 6% annuo per gli impianti entrati in esercizio dopo il 31/12/2011.

**Tabella 52: quarto Conto Energia tariffe previste (fonte GSE)**

Intervallo di potenza	Impianti in esercizio dopo il 31/12/2010 ed entro il 30/04/2011		Impianti in esercizio dopo il 30/04/2011 ed entro il 31/08/2011		Impianti in esercizio dopo il 31/08/2011 ed entro il 31/12/2012	
	Impianti fv realizzati sugli edifici	Altri impianti fv	Impianti fv realizzati sugli edifici	Altri impianti fv	Impianti fv realizzati sugli edifici	Altri impianti fv
[kW]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]
$1 \leq P \leq 3$	0,402	0,362	0,391	0,347	0,380	0,333
$3 \leq P \leq 20$	0,377	0,339	0,360	0,322	0,342	0,304
$20 \leq P \leq 200$	0,358	0,321	0,341	0,309	0,323	0,285
$200 \leq P \leq 1000$	0,355	0,314	0,335	0,303	0,314	0,266
$1000 \leq P \leq 5000$	0,351	0,313	0,327	0,289	0,302	0,264
$P > 5000$	0,333	0,297	0,311	0,275	0,287	0,251

Gli fotovoltaici integrati con caratteristiche innovative hanno il limite di potenza incentivabile a 300 MW, con una durata di incentivazione di 20 anni. Le tariffe previste, espresse nella tabella 53, sono decurtate del 2% annuo gli impianti entrati in esercizio dopo il 31/12/2011.

**Tabella 53: quarto Conto Energia tariffe previste per gli impianti integrati con caratteristiche innovative (fonte GSE)**

<b>Intervallo di potenza [kW]</b>	<b>Tariffa corrispondente [€/kWh]</b>
$1 \leq P \leq 20$	0,44
$20 \leq P \leq 200$	0,40
$P > 200$	0,37

Per gli impianti a concentrazione, la durata dell'incentivazione rimane la medesima dei precedenti, varia la potenza limite incentivabile che risulta di 200 MW.

**Tabella 54: quarto Conto Energia tariffe previste per gli impianti a concentrazione (fonte GSE)**

<b>Intervallo di potenza [kW]</b>	<b>Tariffa corrispondente [€/kWh]</b>
$1 \leq P \leq 200$	0,37
$200 \leq P \leq 1000$	0,32
$P > 1000$	0,28

Mentre per gli impianti con innovazione tecnologica sarà a breve definito un successivo provvedimento per valutarne tariffe e modalità d'accesso.

Vi sono infine dei premi, i quali prevedono la possibilità di ottenere maggiorazioni della tariffa incentivante: legati all'uso efficiente dell'energia (risparmio energetico), a profili di scambio prevedibile, per sostituzione di coperture contenenti amianto, per valorizzare zone ambientali dismesse e di basso pregio qualitativo e infine vi sono anche agevolazioni per enti pubblici.

#### *2.1.6. Incentivazioni per impianti in esercizio prima del 01/01/2008*

La *Legge Finanziaria 2008* ed il *DM 18 dicembre 2008* stabiliscono quanto descritto in seguito.

Il prolungamento del periodo di incentivazione dei certificati verdi fino a 12 anni si applica agli impianti entrati in esercizio tra il 1/4/1999 ed il 31/12/2007 a seguito di nuova costruzione, riattivazione, rifacimento totale e parziale, potenziamento ed alimentati: a fonti rinnovabili e rifiuti non totalmente biodegradabili o più in generale impianti ibridi per la quota parte ascrivibile alla fonte rinnovabile. Inoltre per impianti termoelettrici a fonte convenzionale in esercizio prima del 1/4/1999 e che successivamente, ma entro il 31/12/2007, operano come centrali ibride.



Per gli impianti descritti, nel caso alimentati a biomasse da filiera, è concesso un periodo aggiuntivo di incentivazione di quattro anni in misura corrispondente al 60% dell'energia elettrica incentivata risultante in ciascuno dei predetti 4 anni ed attribuibile a tali biomasse;

Resta fermo a 8 anni il periodo di incentivazione per l'energia elettrica prodotta dagli impianti, alimentati a rifiuti e riconducibile alla porzione non biodegradabile degli stessi, entrati in esercizio entro il 31/12/2006 e che hanno acquisito il diritto ai certificati verdi ai sensi della normativa vigente fino alla stessa data.

Per detti impianti è concesso un periodo aggiuntivo di incentivazione di 4 anni, in misura corrispondente al 60%, entrati in esercizio prima della data di entrata in vigore della *Legge Finanziaria 2007* (1/1/2007).

La taglia dei certificati verdi pari ad 1 MWh si applica anche agli impianti entrati in esercizio prima del 1/1/2008;

#### *2.1.7. Altre indicazioni – cumulabilità, quote d'obbligo e impianti ibridi*

Il *DM 18 dicembre 2008* individua all'articolo 6 gli incentivi non cumulabili con i CV o la TO che sono sinteticamente: incentivi di tipo pubblico di natura nazionale, regionale, locale o comunitaria in conto energia, in conto capitale o in conto interessi con capitalizzazione anticipata, con le specifiche articolate nel DM.

Ogni anno produttori e importatori devono testimoniare al *GSE* di aver adempiuto all'obbligo, stabilito per legge, di immissione di una determinata quota d'energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile, tramite titoli chiamati Certificati Verdi. La quota d'obbligo di energia rinnovabile è pari ad una percentuale dell'energia non rinnovabile prodotta/importata l'anno precedente. Per il periodo dal 2007 al 2012 la quota dell'obbligo di energia rinnovabile da immettere annualmente nel sistema elettrico, di cui all'art.11 del *D.lgs.79/99*, è incrementata di 0,75 punti percentuali ogni anno (tabella 55). Pertanto essa assumerà annualmente i seguenti valori:

Tabella 55: Valori annuali delle quote d'obbligo in percentuale (fonte GSE)

Anno	Quota dell'obbligo (%)
2007	3,8
2008	4,55
2009	5,3
2010	6,05
2011	6,8
2012	7,55

Sarà definita con dedicati decreti l'ulteriore incremento della quota dell'obbligo per gli anni successivi.

Nell'allegato A del *DM 18 dicembre 2008* sono indicate anche le modalità di calcolo della quota di energia elettrica incentivabile tramite certificati verdi o tariffa onnicomprensiva per gli impianti ibridi, i cui dettagli saranno definiti nelle Procedure di qualifica aggiornate di cui all'articolo 19, comma 1 del Decreto stesso.

La quota di produzione di energia elettrica imputabile a fonti rinnovabili riconosciuta ai fini dell'accesso ai meccanismi incentivanti è pari al 51% della produzione complessiva per tutta la durata degli incentivi nei seguenti casi: impiego di rifiuti urbani a valle della raccolta differenziata e impiego di combustibile da rifiuti, prodotto esclusivamente da rifiuti urbani.

L'accesso agli incentivi varia a seconda della taglia dell'impianto e ci può accedere sia allo scambio sul posto, oppure alla tariffa onnicomprensiva.

## ***2.2. Quadro normativo delle incentivazioni per la produzione di energia termica da fonte rinnovabile***

### ***2.2.1. La detrazione Irpef del 55%***

Riguardo agli impianti a fonte rinnovabile, che non producono energia elettrica come quelli discussi fin d'ora, bensì energia termica, sono presenti anche in questo settore incentivi e agevolazioni, per favorirne lo sviluppo.

Il principale metodo incentivante è la detrazione *Irpef* del 55%, applicabile al solare termico e impianti a biomassa e geotermici a bassa temperatura.



Per il solare termico si può ricorrere a quanto emanato nella *Finanziaria 2007* e prorogata al 2011, che ha introdotto un'agevolazione a favore dei soggetti che effettuano interventi di carattere edilizio in conformità a specifici requisiti in termini di risparmio energetico (*legge n.296* comma 346 del 27/12/2006). In particolare viene agevolata l'installazione di pannelli solari termici per la produzione di acqua per uso sanitario o anche a integrazione dell'impianto di riscaldamento. Possono accedervi tutte le persone fisiche, titolari di reddito d'impresa e consiste in una detrazione del 55% ripartita in 3 rate, con un importo massimo totale pari a 60.000 €. Essa non è cumulabile con altri incentivi come il 36% (al quale si può attingere nel caso non si rispettino i requisiti del 55%), è invece cumulabile con eventuali contributi in conto capitale.

Della detrazione *Irpef* del 55% possono godere anche gli impianti geotermici (a bassa temperatura) che rispettino i requisiti tecnici e l'asseverazione di un tecnico abilitato, lo stesso dicasi per gli impianti a biomassa.

Infatti dallo stesso articolo della *Finanziaria 2007* citato in precedenza, si indica al comma 347 la sostituzione di impianti a climatizzazione invernale, per la produzione di calore. Essa è destinata agli stessi soggetti elencati in precedenza per gli incentivi al solare termico. L'importo massimo detraibile è di 30.000 € e deve rispettare i requisiti tecnici di rendimento e potenza.

Affianco al citato articolo, vi è inoltre la possibilità di usufruire di Titoli a Risparmio Energetico nel caso di teleriscaldamento solo da biomassa liquida o solida. Sono titoli godibili per 5 anni, e il numero di certificati, riconosciuto annualmente, è determinato in funzione dell'energia primaria effettivamente risparmiata espressa in €/tep.

### 3. CONSUMI ENERGETICI IN PROVINCIA DI BELLUNO

L'andamento dei consumi energetici provinciali è riassunto nella figura 53, dove il dato del metano fa riferimento al consuntivo del 2010, mentre per la quota di legna è considerato come dato più recente il rilevamento *ARPAV* relativo al 2006.

**Tabella 56: andamento dei consumi energetici per fonte in provincia di Belluno**  
(fonte *ARPAV*, Bollettino petrolifero, *TERNA*)

Vettore energetico	Unità di prodotto		Conversione in energia primaria [ktep]
En. Elettrica	1.056	GWh	197,5
Biomassa legnosa	325.385	t	146,4
Metano	171.000	Sm <sup>3</sup>	140,2
Gasolio	104.691	t	113,1
Benzina	35.557	t	42,7
GPL	12.640	t	13,9
Altri petroliferi	12.384	t	12,1
BTZ	3.000	t	2,9
Carbone	3.320	t	2,5
Coke	904	t	0,7
Gas derivato	622.000	Sm <sup>3</sup>	0,5
<b>TOTALE</b>			<b>672,5</b>

Per quanto riguarda la suddivisione per fonte energetica dei consumi provinciali, essi sono riportati in figura 53. Si sottolinea come la percentuale relativa alla legna comprenda esclusivamente il settore domestico. Il peso dei prodotti petroliferi è prevalente sulle altre fonti, tuttavia si può notare come la suddivisione sia abbastanza uniforme.

### Consumi energetici provinciali per fonte energetica

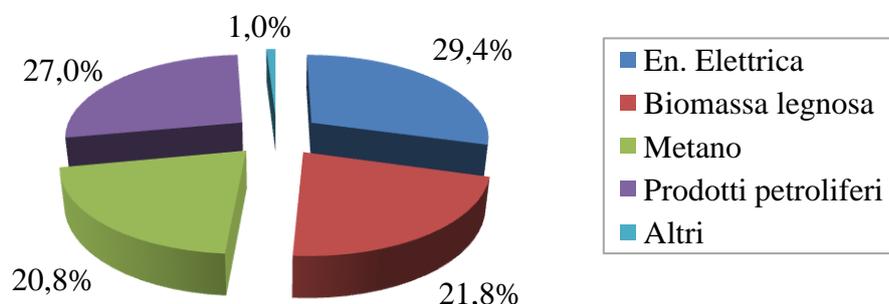


Figura 53: consumi energetici provinciali per fonte energetica (Terna, Bollettino Petrolifero, Snam, Arpav)

#### 3.1. Consumi di prodotti petroliferi

Il consumo in tonnellate equivalenti dei prodotti petroliferi in provincia di Belluno, tratto dal *Bollettino Petrolifero* del 2009, è presentato in tabella 57, suddiviso per tipo di fonte e per tipologia utilizzo.

Tabella 57: consumo di prodotti petroliferi in provincia di Belluno (fonte Bollettino Petrolifero)

I consumi sono espressi in tonnellate equivalenti ( $t_{eq}$ ).

Gasolio					
Gasolio totale	Gasolio motori rete ord.	Gasolio motori rete autostr.	Gasolio motori extra rete	Gasolio risc.to	Gasolio agricolo
76.461	52.812	1.503	22.146	27.259	931
Olio Comubstibile					
Totale			denso btz		
852			852		
G.P.L.					
Totale	autotrazione		autotrazione rete		
12.557	95		95		

Benzine			
Totale	rete ordinaria	rete autostradale	extra-rete
35.557	31.734	504	3.319

In figura 54 è riportato lo storico dei consumi di prodotti petroliferi per gli anni dal 2003 al 2009. Si nota una costante diminuzione del consumo di benzine, mentre si mantiene costante il consumo degli altri combustibili analizzati.

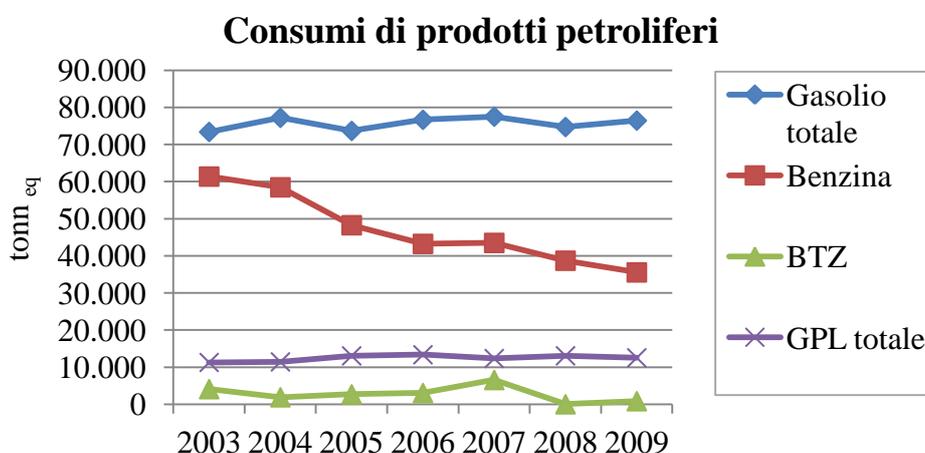


Figura 54: Andamento dei consumi dei prodotti petroliferi in t (fonte Bollettino Petrolifero)

La figura 55 riporta l'andamento dei consumi del gasolio per autotrazione e riscaldamento. Per il primo il consumo resta costante, per il secondo la rete a metano *BIM* e l'utilizzo di FER a livello domestico, ne hanno causato un calo negli ultimi due anni.

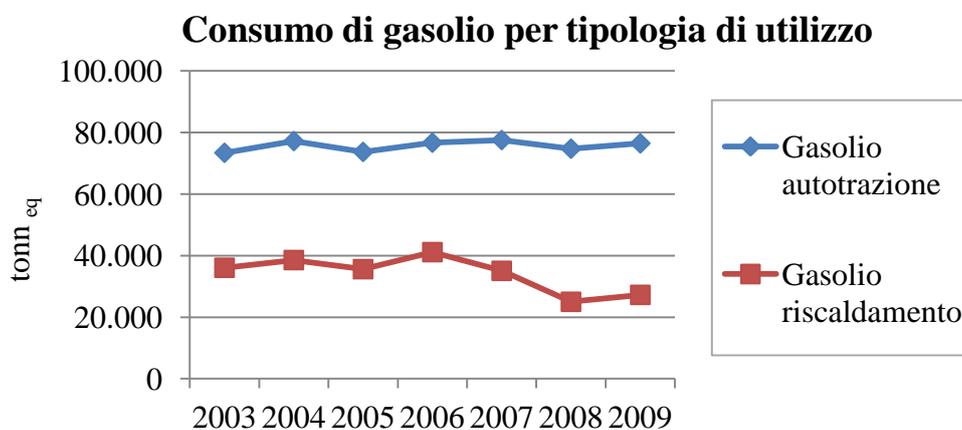


Figura 55: Raffronto dei consumi di gasolio tra autotrazione e riscaldamento in t (fonte Bollettino Petrolifero)

Il consumo di GPL per autotrazione costituisce sempre una quota marginale e dopo il forte decremento dei primi anni 2000 assume un andamento pressoché costante, mentre si rileva, rispetto all'inizio del 2000, una leggera crescita della domanda di GPL per riscaldamento, valore che però negli ultimi 5 anni non si discosta di molto dalle 13.000 t.

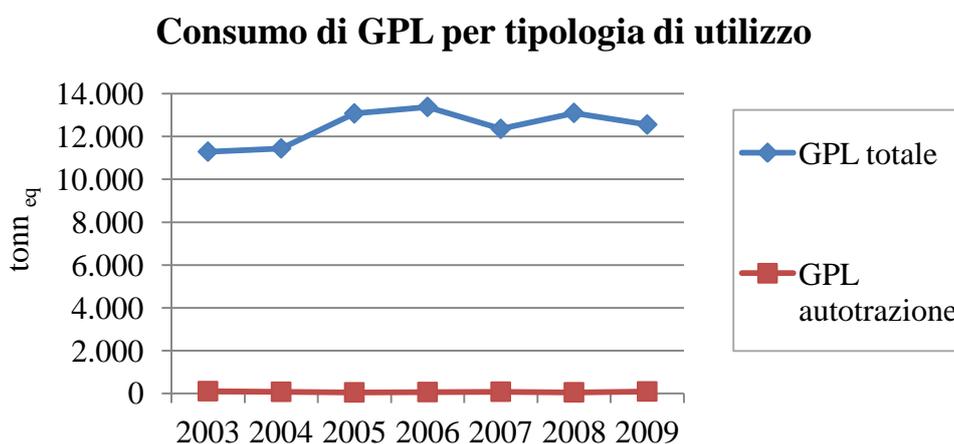


Figura 56: confronto dei consumi di GPL in t per tipo di utilizzo (fonte Bollettino Petrolifero)

### 3.2. Consumi di gas metano

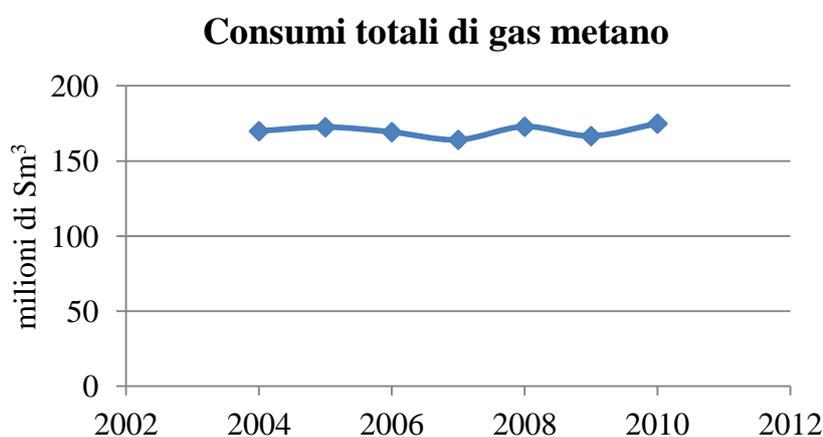
La metanizzazione in provincia di Belluno è iniziata nel 1985. La principale azienda distributrice è *BIM Gestione Servizi Pubblici S.p.A.* la cui rete copre 39 comuni anche se in qualcuno di questi non è attiva la distribuzione all'utenza. Altre ditte fornitrici servono 4 comuni del basso feltrino, alcune utenze del comune di Livinallongo del Col di Lana per cui in totale i comuni attualmente raggiunti dalla rete sono 44 su 67 che ne fanno parte (sono esclusi Arsiè e Lamon che non sono nel consorzio). Inoltre esistono alcune grandi utenze con fornitura propria.

L'andamento dei consumi rilevato dal *Bollettino Petrolifero* e dai dati *Snam*, ha evidenziato un trend in diminuzione fino 2007 per poi aumentare dal 2008 fino all'ultimo anno analizzato (figura 57).

Nella tabella 58 si sottolineano i consumi industriali e domestici, mentre ininfluente è il consumo per autotrazione.

**Tabella 58: quantità di gas distribuito in provincia di Belluno in mln di Sm<sup>3</sup> (fonte Ministero dello Sviluppo Economico, Snam)**

Anno	Industriale	Termoelettrico	Reti di distribuzione	Autotrazione	Totale
2004	56,94	-	112,95	0,3	169,89
2005	56,60	-	115,92	0,3	172,52
2006	53,53	-	115,70	0,4	169,23
2007	49,62	-	114,48	0,4	164,10
2008	51,93	-	120,91	0,4	172,84
2009	51,00	-	115,60	0,5	166,60
2010	50,08	-	123,50	0,6	174,9



**Figura 57: consumo totale metano in milioni di Sm<sup>3</sup> (fonte Ministero dello Sviluppo Economico, Snam)**

Costante risulta il consumo negli ultimi anni in entrambi i settori di consumo. Con un leggero calo nell'ultimo anno nel domestico.

### Consumi di gas metano per tipologia di utilizzo

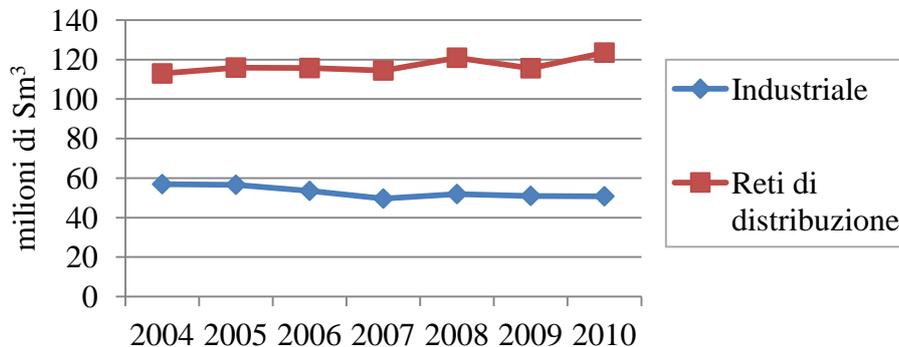


Figura 58: confronto dei consumi di gas naturale in mln di Sm<sup>3</sup> (fonte Ministero dello Sviluppo Economico, Snam)

Il confronto dei consumi di gas naturale rispetto alle altre provincie del Veneto, evidenzia un valore totale molto inferiore. Tale consumo, che risulta basso anche in relazione al numero di abitanti (circa 300 m<sup>3</sup>/ab). può essere giustificato in parte considerando la minore estensione della rete di distribuzione e in parte per il ricorso massiccio ad una fonte alternativa quale la legna (figura 59).

### Consumo regionale di gas metano in provincia

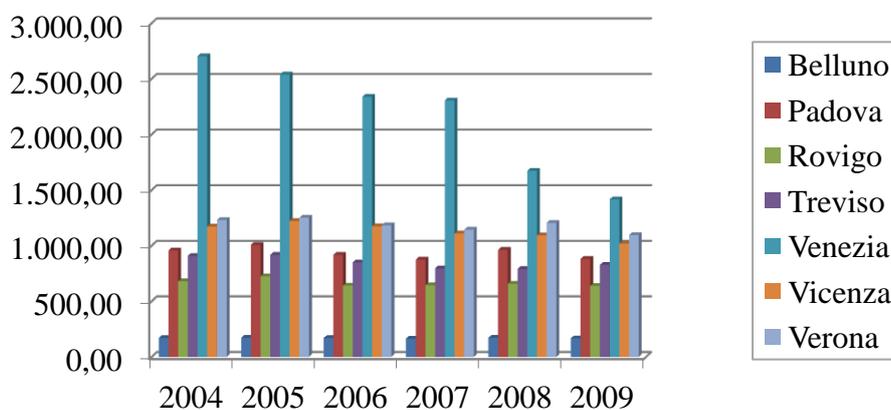
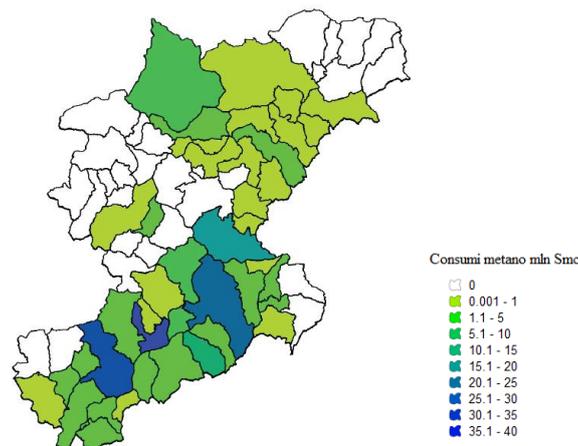
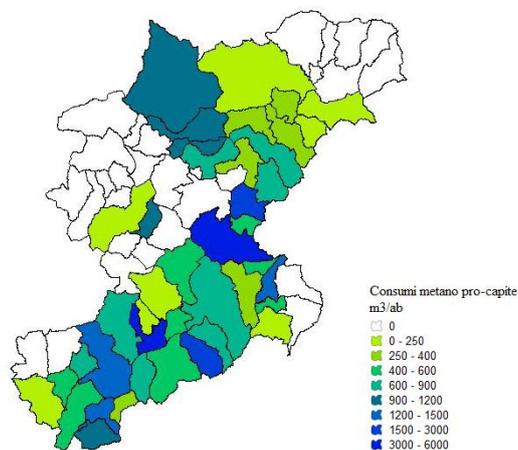


Figura 59: consumo regionale di gas metano in milioni di Sm<sup>3</sup> (fonte Ministero dello Sviluppo Economico)

Dalla seguente cartina (figura 60), che riassume i consumi totali per comune, si evince che i comuni di Trichiana, Santa Giustina e Feltre sono i più grossi consumatori, ove sono installate tre industrie che sono molto energivore. Infatti un terzo del consumo globale di gas metano è dato dal settore industriale. Successivamente in figura 61 si denotano i consumi procapite.



**Figura 60: consumi globali di gas metano in provincia (fonte BIM GSP, Snam, Ascopiave)**



**Figura 61: consumi procapite di gas metano in provincia (fonte BIM GSP, Snam, Ascopiave)**

### 3.3. Consumi elettrici

L'energia elettrica trova utilizzi in vari settori dove quello preponderante è l'industriale, di un certo rilievo sono il terziario e il domestico mentre trascurabili sono quelli agricolo e dei trasporti. Nel grafico in figura 62 sono riportati i consumi elettrici in provincia di Belluno dal 2003 al 2010 divisi per macrosettore, essi evidenziano per il settore industriale un sensibile calo dopo il 2007, per il terziario un leggero progressivo incremento, mentre è praticamente costante l'andamento dei rimanenti settori. In figura 63 sono riportati gli storici dal 2003 al 2010 dei consumi di energia elettrica per le provincie venete, si osserva come a differenza della maggior parte delle altre la provincia di Belluno risulta avere un consumo costante dal 2003 ad ora. Il valore del consumo totale inoltre è relativamente basso a causa di una limitata presenza di attività industriali e un minor numero di abitanti.

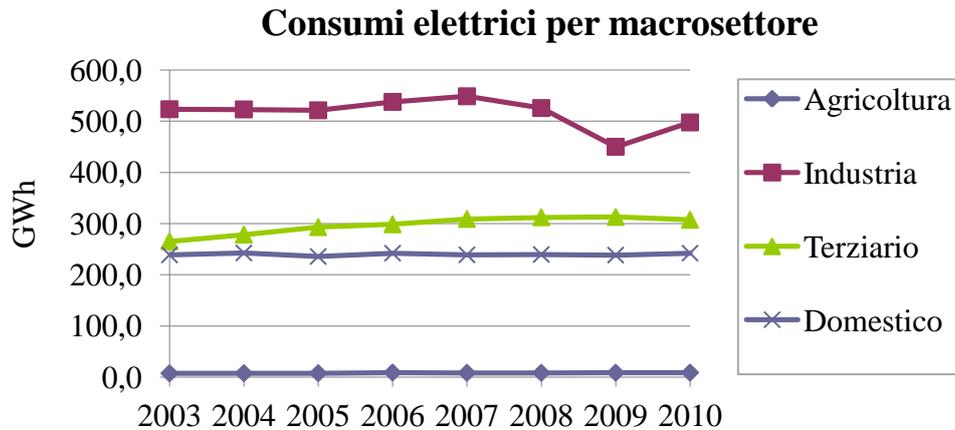


Figura 62: storico dei consumi elettrici per macrosettore in GWh (fonte TERNA)

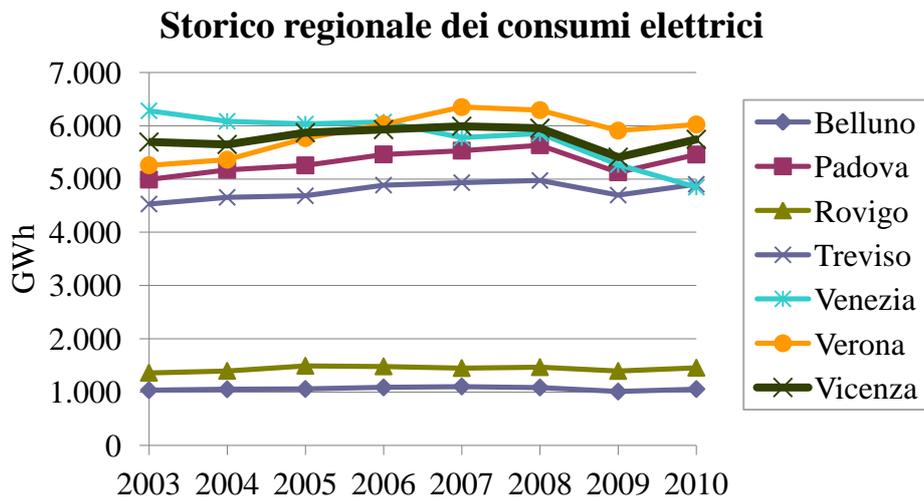


Figura 63: storico della regione Veneto dei consumi totali in GWh (fonte TERNA)

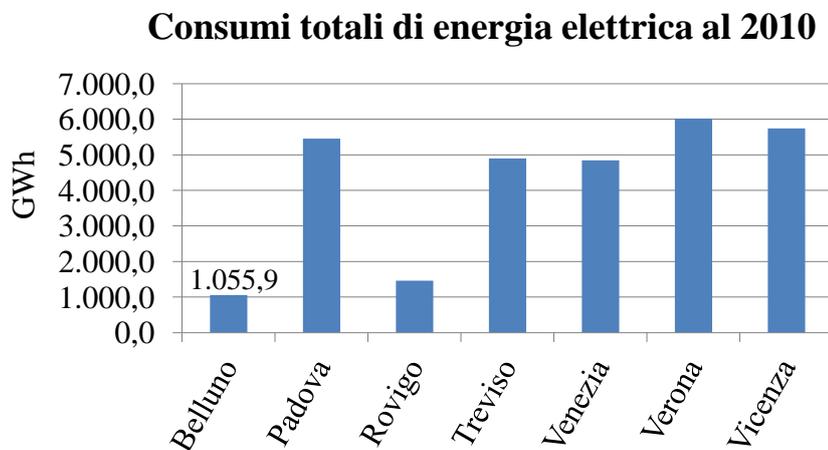


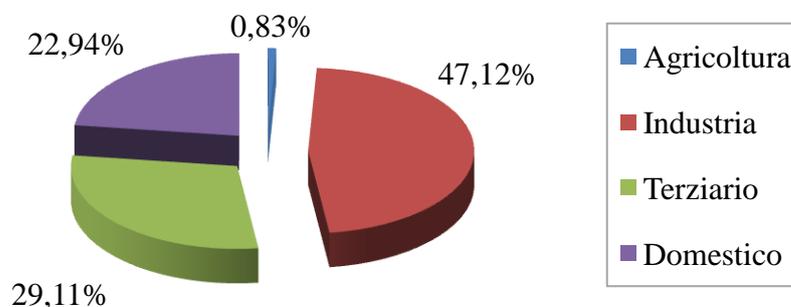
Figura 64: consumi totali in Veneto al 2010 in GWh (fonte TERNA)

Addentrando nel dettaglio dei consumi dell'anno 2010, mostrato in figura 64, il consumo maggiore risulta essere quello del settore industriale, seguito dal terziario e dal domestico, per un totale di circa 1.056 GWh consumati nell'anno.

**Tabella 59: consumi elettrici provinciali in Veneto suddivisi per settore nel 2010 (fonte TERNA)**

Consumi 2010 in GWh					
	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestico	Totale
<b>Belluno</b>	8,8	497,6	307,4	242,2	1.056,0
Padova	82,6	2.735,9	1.568,2	1.071,6	5.458,3
Rovigo	67,0	776,9	327,7	285,2	1.456,8
Treviso	131,4	2.670,5	1.114,3	983,1	4.899,3
Venezia	66,5	2.075,9	1.687,8	1.014,2	4.844,4
Verona	194,0	3.056,5	1.688,7	1.083,6	6.022,8
Vicenza	68,5	3.634,2	1.098,3	942,0	5.743,0
Totale	618,8	15.447,5	7.792,4	5.621,9	29.480,6

### Consumi energia elettrica per macrosettore al 2009



**Figura 65: percentuale di consumi 2010 per macrosettore in provincia di Belluno (fonte TERNA)**

Anche nei consumi per macrosettore e per provincia la quota bellunese risulta sensibilmente minore rispetto alle altre province venete, questo per i motivi indicati in precedenza, come mostrato nelle figure 65 e 66.

### Consumi per macrosettore e provincia nel 2010

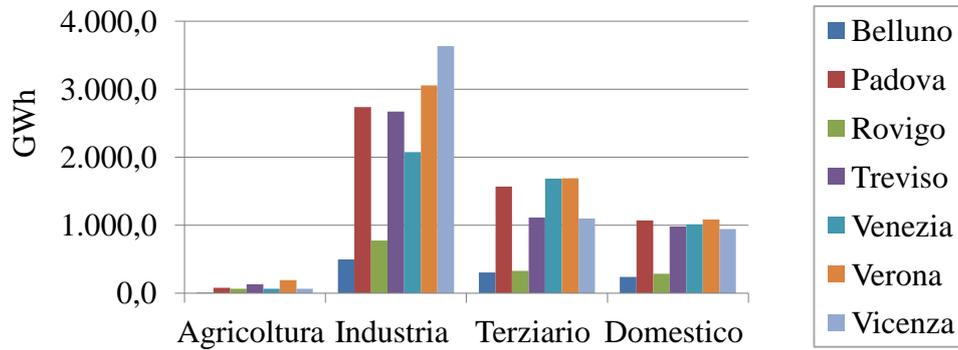


Figura 66: consumi per macrosettore e provincia nel 2010 in GWh (fonte TERNA)

Dai grafici proposti si vede come i consumi più gravosi riguardino i settori industriale e terziario. Dal dettaglio di figura 67, infine, si evince come il settore dell'attività manifatturiera non di base, meccanica e manifatturiera di base, siano i principali utilizzatori dell'energia elettrica in campo industriale. Per quanto concerne il settore secondario, è stato anche analizzato il dettaglio comunale su calcoli a base statistica, come riportato nella mappa di figura 68.

### Consumi elettrici industriali per categoria

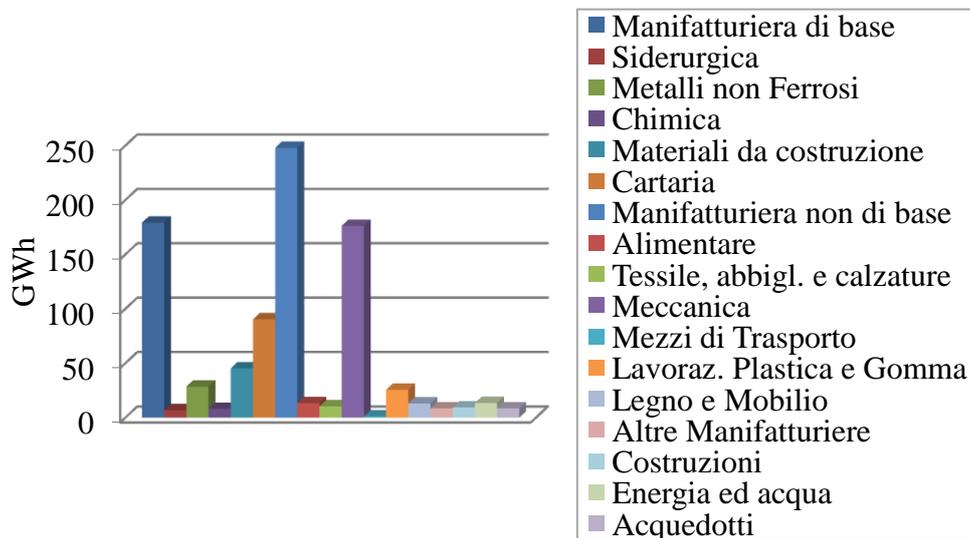


Figura 67: consumi elettrici industriali in GWh nel 2010 in provincia (fonte TERNA)

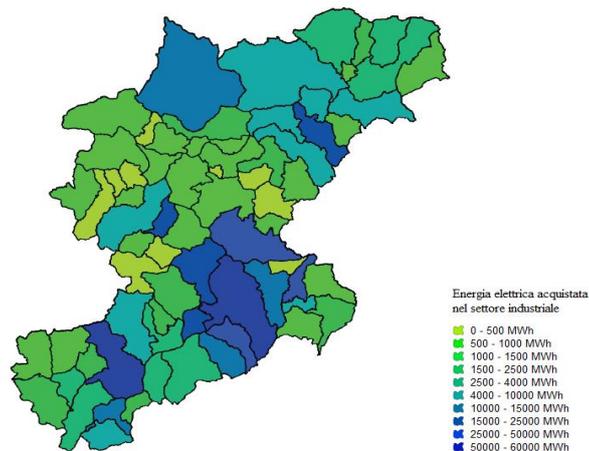


Figura 68: mappa dei consumi di energia elettrica nel settore industriale nel 2010

Per quanto concerne il settore terziario, i consumi provengono quasi esclusivamente dai servizi vendibili, con delle rilevanze nel settore commerciale e alberghiero. Il dettaglio è presentato in figura 69.

### Consumi elettrici del terziario per categoria

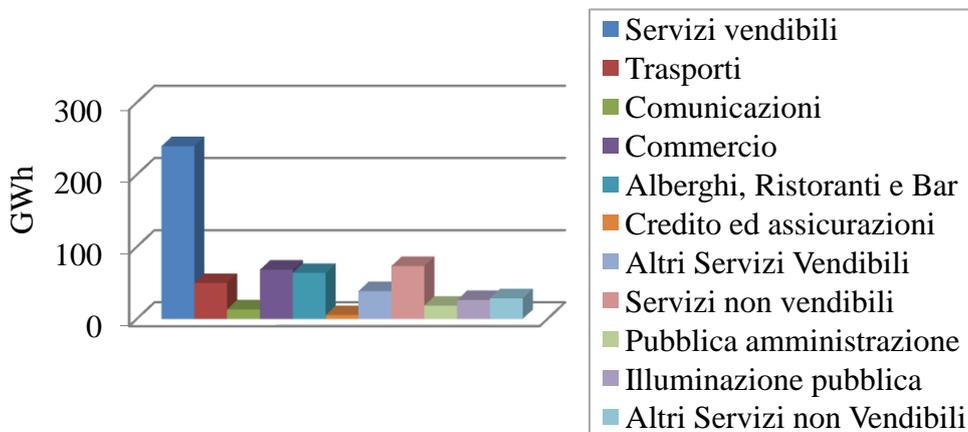


Figura 69: Consumi elettrici del terziario in GWh nel 2010 in provincia (fonte TERNA)

### 3.4. Consumi biomassa legnosa

Il consumo di questo tipo di fonte, è stato già esaminato nel capitolo della biomassa come fonte rinnovabile, essendo utilizzata quasi esclusivamente biomassa legnosa in provincia; essa infatti copre oltre il 28% del consumo energetico provinciale, come è logico attendersi in una provincia montana. L'indagine che ha effettuato l'ARPAV nel 2006 stima un consumo di circa 300.000 t di cui



il 2% di pellet e tronchetti nel settore domestico, a cui si aggiungono i consumi degli impianti centralizzati industriali e domestici di oltre 25.000 t e quelli delle due centrali termoelettriche a cippato, stimati a 200.000 t/anno.

### 3.5. *Consumi nei trasporti*

Nell'analisi del consumo di combustibile per autotrazione in ogni comune, è necessario avere a disposizione il parco veicolare comunale suddiviso per tipo di combustibile utilizzato e categoria di veicolo. In questo *ACI* presenta un elenco dettagliato del 2005 diviso per categoria.

Incrociando questi dati con i consumi generali derivanti dal *Bollettino Petrolifero* (coincidenti con i dati elaborati dall'*Istituto Tagliacarne*) e *Snam* (per il metano) e il numero di veicoli suddivisi per combustibile usato (ricavati dal database statistico della *Regione Veneto*), si è calcolato, per ogni categoria censita, il consumo totale di carburante a seconda del tipo di combustibile e il consumo medio di ogni mezzo. Da questi valori si arriva perciò a un livello comunale di consumo globale, suddiviso anche per categoria.

Essendo però il dato *ACI* non molto aggiornato, si è provveduto ad aggiornare il dettaglio comunale del 2005, avendo a disposizione il dato provinciale suddiviso per alimentazione e categoria del 2009, fornito dal database della *Regione Veneto*. Si è così calcolato l'incremento di veicoli per categoria, sia numericamente che in percentuale, la quale è stata poi stata ripartita in ogni comune sui dati 2005, per tutte le categorie. La verifica successivamente eseguita sul totale dei veicoli (somma delle stime dei singoli comuni e dato ufficiale totale provinciale) è risultata positiva, con la coincidenza dei valori. Per quanto concerne i consumi, si è proceduto come in precedenza con l'analisi 2005 (figure 70 e 71).

### Ripartizione dei veicoli in provincia

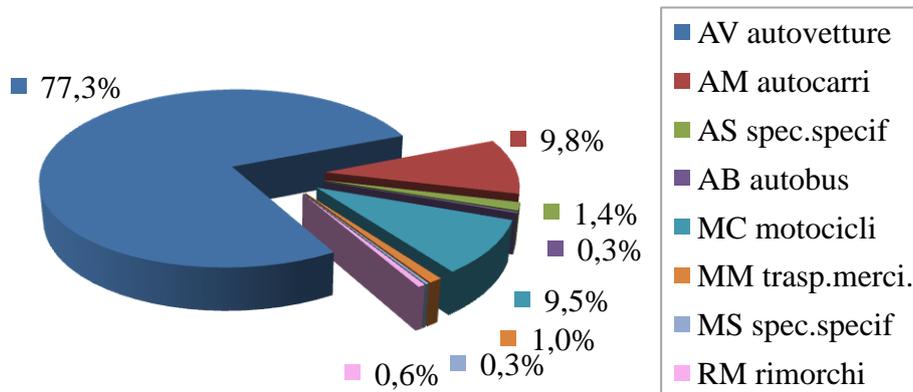


Figura 70: ripartizione del parco veicolare della provincia di Belluno (fonte ACI)

### Ripartizione dei consumi in provincia per tipologia di veicolo

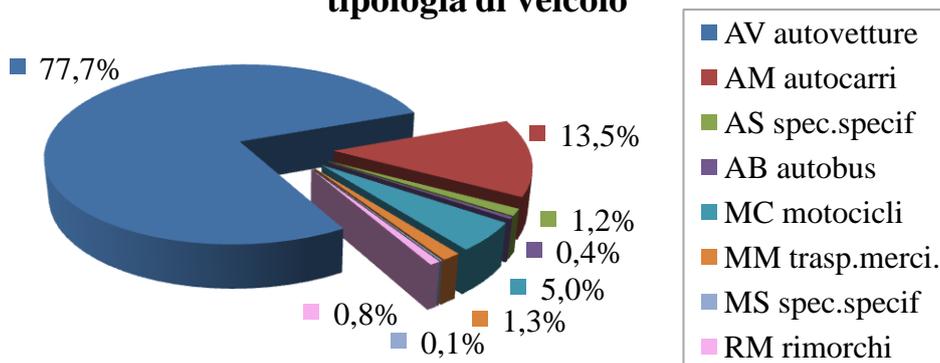


Figura 71: ripartizione dei consumi per tipologia di mezzo in provincia di Belluno (fonte ACI, Bollettino Petrolifero)

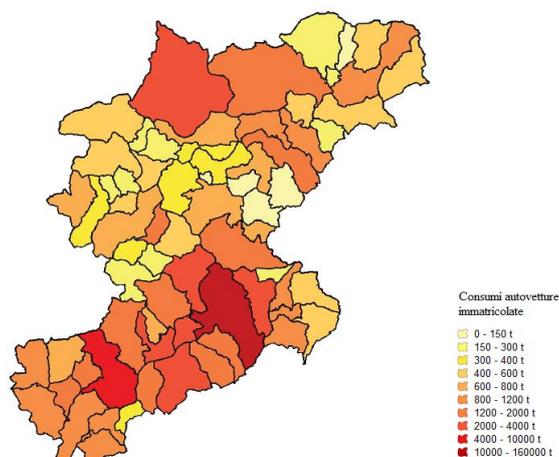


Figura 72: consumi globali delle autovetture immatricolate nel 2009

#### 4. CONCLUSIONI CENSIMENTO ATTUALE E POTENZIALE

La provincia di Belluno è caratterizzata da un minor consumo complessivo di prodotti petroliferi rispetto alla media nazionale (182 ktep) con un decremento che si è accentuato negli ultimi anni, mentre il consumo di energia elettrica (circa 1.056 GWh) nello stesso periodo si è mantenuto costante.

Malgrado la sfavorevole situazione climatica e orografica del territorio, nel settore domestico i consumi di combustibili derivanti dal petrolio sono inferiori rispetto ad altre provincie del Veneto (24%) in virtù dell'importanza che rivestono altre fonti di energia, quali il metano (grazie ad una capillare rete del *BIM*) con un consumo di circa 166,6 milioni di Sm<sup>3</sup> e soprattutto la legna che, in area montana, è impiegata presso la quasi totalità delle abitazioni (come fonte primaria o ausiliaria di riscaldamento) anche con una maggiore presenza di dispositivi di combustione ad alta efficienza rispetto al resto del paese, con un consumo di oltre 325.000 t/anno.

Recentemente la legna è stata introdotta anche nell'alimentazione di impianti industriali per la produzione di energia elettrica (158,5 GWh); in provincia sono presenti due impianti di questo tipo, ad Ospitale di Cadore e a Castellavazzo, la cui attività, tuttavia, è stata sospesa negli anni 2008 e 2009, per poi riprendere.

Da sempre la provincia di Belluno è caratterizzata da una rilevante produzione idroelettrica (2.235 GWh, pari circa al doppio dell'energia elettrica consumata) per mezzo dei grandi impianti realizzati in passato (22% con  $P > 10$  MW), tuttavia ad essi si è aggiunto negli ultimi anni un significativo numero di piccole centrali micro e mini idroelettriche (47% con  $P < 1$  MW), sorte sulla spinta delle incentivazioni statali, che hanno alimentato anche la diffusione di altre fonti di energia rinnovabile. La produzione di energia elettrica da questa fonte è la più importante in provincia, e ricopre un ruolo chiave nel Veneto ed anche a livello nazionale (rappresentando il 5% della produzione idroelettrica italiana). Poiché i grandi salti e le applicazioni per impianti di elevata potenza sono già ampiamente sfruttati, le potenzialità residue di questa fonte consistono nella realizzazione di impianti mini-micro idroelettrici, impianti poco invasivi che integrano la produttività di un territorio già saturo di grosse centrali.

Sono in crescita il solare termico e ancor di più il solare fotovoltaico che, nonostante il passaggio dai 98 impianti installati nel 2008 agli 1.259 del maggio 2011 (censiti dal conto energia del *GSE*), copre ancora solo una piccola fetta della produttività stimata a livello provinciale (0,5%). Anche se nel feltrino sono presenti alcuni campi fotovoltaici di una certa estensione, si tratta generalmente di

impianti di piccola taglia ad uso domestico, che non incidono significativamente nella totalità. La possibilità di usufruire ancora del Conto Energia (il quarto: 2011-2016), e degli obblighi stabiliti dalla legge per le nuove abitazioni e le grandi ristrutturazioni di edifici, fanno sì che il potenziale di questa fonte sia considerevole, nonostante la scelta di privilegiare gli impianti realizzati sulle coperture degli edifici esistenti piuttosto che le installazioni a terra in aree rurali, giudicati in questa sede non sostenibili, sia per aspetti ambientali e paesaggistici sia sociali. Impiegando tutte le superfici coperte disponibili dell'attuale patrimonio costruito, si stima una produzione pari a circa il 15% dell'energia elettrica consumata, mentre un impiego diffuso del solare termico dedicato alla produzione di ACS, permetterebbe di ridurre di un 6% l'attuale consumo di energia termica del settore residenziale.

Per quanto riguarda la biomassa sfruttabile nel territorio, certamente quella legnosa è prevalente, avendo anche il maggior numero di impianti, termici ed elettrici, installati in regione, oltre alla maggior potenza installata. Il potenziale di biomassa legnosa ritraibile sul territorio per scopi energetici, è solo in apparenza sufficientemente positivo, a causa di superfici boscate difficilmente raggiungibili, del costo della manodopera in aumento e delle difficoltà operative della meccanizzazione di una filiera del legno. Per stimare il potenziale deve essere considerato dapprima il mercato del tondo di conifera e successivamente si deve ragionare sugli scarti (anche di segheria) per scopi energetici (42.030 t disponibili), mentre se si considera anche la quota parte destinata alla legna da ardere, si raggiunge la quota di 57.690 t. Si può perciò puntare su impianti di piccola taglia per la produzione di energia termica (centrali comunali, impianti domestici), cercando di mantenere la filiera il più corta possibile. La disponibilità di biomassa legnosa fornita dal territorio, potrebbe però alimentare circa 5-6 impianti a cippato che producano sia energia termica che elettrica per via cogenerativa di taglia pari a  $1\text{MW}_e$ , valutando con attenzione la filiera che si andrebbe a formare.

Infine le energie da fonte geotermica ed eolica presentano delle potenzialità marginali rispetto alle risorse precedentemente citate: la prima per l'estensione piuttosto limitata di siti adeguati, anche se vi sono la possibilità applicative a bassa entalpia lungo l'asta del Piave nella Valbelluna e nell'Agordino (20 impianti attualmente installati), la seconda per l'assenza dei requisiti di ventosità fondamentali per l'installazione di generatori eolici nel territorio provinciale (mai superiore ai 5 m/s). Si sottolinea comunque che esistono sul territorio impianti pilota per lo studio delle potenzialità di sfruttamento di entrambe le forme di energia descritte.

Concludendo, la provincia di Belluno possiede già una solida base di impianti a fonte rinnovabile soprattutto nell'energia idroelettrica, che si può integrare agendo su piccola scala (a livello domestico) sia attraverso la biomassa legnosa, che nel fotovoltaico e nel mini idroelettrico,



preferendo questo tipo d'azioni a dispetto dell'installazione di grossi impianti a fonte rinnovabile. Vi è anche la possibilità di installazione di alcuni grossi impianti a biomassa legnosa, per una possibile rete di teleriscaldamento, ma valutando con attenzione la filiera che si andrà a costruire.



## 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] ACI (2011), Dati e Statistiche – Autoritratto, Web, <<http://www.aci.it/?id=54>>;
- [2] AEEG (2008), *Aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tep connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica*, Milano, AEEG;
- [3] Agenzia delle Entrate (2008), *Ristrutturazioni edilizie: le agevolazioni fiscali*, Roma;
- [4] Agenzia delle Entrate (2010), *Le agevolazioni fiscali per il risparmio energetico*, Roma;
- [5] L.Agostinetto et al. (2006), *La produzione di biomasse legnose a scopo energetico*, Legnaro (PD), Veneto Agricoltura;
- [6] L.Agostinetto et al. (2008), *Una filiera locale del legno cippato – L'impianto di riscaldamento per la Comunità Montana Feltrina*, Legnaro (PD), Veneto Agricoltura;
- [7] Agostinetto, L.(2011) (a cura di), *Stima dei combustibili legnosi in Veneto, dalla scala domestica alle caldaie centralizzate, (Longarone (BL) 13-15 maggio 2011)*, Longarone (BL);
- [8] Alterach, J. (2009), *Mappe della producibilità idroelettrica a scala di bacino*, Roma, RSE;
- [9] ARPAV (2010a), *L'energia in Veneto – Provincia di Belluno*, Belluno;
- [10] ARPAV (2010b), *La situazione energetica in provincia di Belluno*, Belluno;
- [11] ARPAV (2011), *Dati Statistici climatici e fonti rinnovabili*;
- [12] ARPAV & Provincia di Belluno (2010), *L'aria nelle nostre valli*, Seren del Grappa (BL);
- [13] Ascopiave (2011), *Dati Statistici consumi metano*;
- [14] Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione (2007), *Piano di bacino del fiume Piave – Piano Stralcio per la gestione delle risorse idriche*, Venezia;
- [15] Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione (2010), *Piano di Gestione dei bacini idrografici delle Alpi Orientali - Bacino del fiume Piave*, Venezia;
- [16] A.Barbati et al. (2009), *Indici di produttività boschiva, rilievo indici di relazione tra produzioni forestali e biomassa residuale associata, analisi del mercato della biomassa forestale in Italia*, Roma, RSE-ENEA;
- [17] Bergamasco, L. & Asinari, P. (2011), *Scalable methodology for the photovoltaic solar*



- energy potential assessment based on available roof surface area: Application to Piedmont Region (Italy)*, Dipartimento di Ingegneria - Politecnico di Torino - Torino;
- [18] Berton, M.(2011) (a cura di), *Le biomasse legnose per la produzione di energia rinnovabile in Italia: le regole e gli incentivi per un modello di sviluppo sostenibile*, (Longarone (BL) 13-15 maggio 2011), Longarone (BL);
- [19] BIM GSP Belluno (2011), *Dati Statistici consumi metano*;
- [20] S.Caserini et al. (2008), *Stima dei consumi di legna da ardere per riscaldamento ed uso domestico in Italia*, Milano, APAT;
- [21] CCIAA Belluno (2011), *Dati statistici riguardo imprese locali e addetti*;
- [22] CESI Ricerca (2006), *Risultati del censimento del potenziale mini-idro e realizzazione del sistema informativo territoriale*, Milano, CESI Ricerca;
- [23] Comune di Feltre (2007), *Dichiarazione Ambientale – Anno 2007*, Feltre (BL);
- [24] Comunità Montana del Comelico e Sappada (2011), *Dati di superficie forestale e prelievi annuali*;
- [25] Consorzio BIM Piave Belluno (2007), *Energie comuni*, Belluno;
- [26] Consorzio BIM Piave Belluno (2008a) (a cura di), *Ecosistema urbano 2009 – Risparmio energetico e fonti rinnovabili: esempi di ottimizzazione dei consumi negli impianti pubblici*, (Belluno 13 ottobre 2008), Belluno;
- [27] Consorzio BIM Piave Belluno (2008b), *Costruire il risparmio energetico – Oggi per il domani*, Belluno;
- [28] De Risi, A. (2009), *E3: Energy and Economic Evaluation - Sviluppo di un tool per la stima dei consumi energetici di impianti termici*, Roma, RSE-ENEA;
- [29] R.Del Favero et al. (2004a), *Biodiversità e indicatori nei tipi forestali nel Veneto*, Venezia, Regione del Veneto;
- [30] R.Del Favero et al. (2004b), *Carta Regionale di tipi forestali: documento base*, Venezia, Regione del Veneto;
- [31] Dolomiti Turismo (2008), *Extralberghiero 2008*, Belluno;
- [32] Dolomiti Turismo (2009), *Hotel 2009-2010*, Belluno;
- [33] ENEA (2010a), *Atlante Nazionale Biomasse*, WebGIS, <<http://www.atlantebiomasse.enea.it/>>;
- [34] ENEA (2010b), *Dossier – Fonti rinnovabili*, Roma, ENEA;
- [35] ENEA (2010c), *Rapporto energia ambiente – Analisi e scenari 2009*, Roma, ENEA;



- [36] ENEA (2011a), *Atlante italiano della radiazione solare*, Web, <<http://www.solaritaly.enea.it/index.php>>;
- [37] ENEA (2011b), *Dati Statistici fonti rinnovabili*;
- [38] ENEL (2011c), *Impianti idroelettrici in Veneto*, Web, <<http://www.enel.it/IT/impianti/mappa/veneto/idroelettrico.aspx?it=-3>>;
- [39] Foresta Legno Energia (2007), *Linee guida per lo sviluppo di un modello di utilizzo del cippato forestale a fini energetici*, Sesto Fiorentino (FI);
- [40] V.Francescato et al. (2009), *Legna e cippato – Manuale pratico*, Legnaro (PD), AIEL;
- [41] GSE (2009a), *L' eolico – Dati statistici al 31 dicembre 2008*, Roma, GSE;
- [42] GSE (2009b), *L' idrico – Dati statistici al 31 dicembre 2008*, Roma, GSE;
- [43] GSE (2009c), *Le biomasse e i rifiuti – Dati statistici al 31 dicembre 2008*, Roma, GSE;
- [44] GSE (2010a), *Il conto energia 2011/2013*, Roma, GSE;
- [45] GSE (2010b), *Impianti a fonte rinnovabile – Rapporto statistico 2009*, Roma, GSE;
- [46] GSE (2011a), *Atlasole*, WebGIS, <<http://atlasole.gse.it/atlasole/>>;
- [47] GSE (2011b), *Incentivazioni delle fonti rinnovabili: Certificati Verdi e Tariffe Onnicomprensive. Bollettino aggiornato al 31 dicembre 2010*, Roma, GSE;
- [48] GSE (2011c), *Rapporto statistico 2010 – Solare Fotovoltaico*, Roma, GSE;
- [49] Hellrigl, B. (2006), *Elementi di xiloenergetica*, Legnaro (PD), AIEL;
- [50] INFC (2005), *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio*, Web, <<http://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/home.jsp>>;
- [51] Institut fur Solartechink (2010), *Rapporti di collaudo*, Web, <<http://www.solarenergy.ch/index.php?id=51&L=9>>;
- [52] Internacional Energy Agency (2010), *Politiche energetiche dei paesi membri dell'AIE – Italia Esame 2009*, Parigi;
- [53] ISTAT (2001), *14° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni*, Web, <<http://dawinci.istat.it/>>;
- [54] JRC (2010), *Joint Research Centre of the European Commission - PVGIS*, WebGIS, <<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>>;
- [55] Legambiente (2008), *Comuni rinnovabili 2008*, Roma;
- [56] Legambiente (2009), *Comuni rinnovabili 2009*, Roma;
- [57] Legambiente (2010), *Comuni rinnovabili 2010*, Roma;
- [58] S.Lamedica et al. (2007), *Variazione di superficie e fissazione di carbonio in foresta nel*



- territorio montano della Regione Veneto in riferimento all'applicazione del Protocollo di Kyoto*, Firenze, Forest@;
- [59] Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – ITABIA (2009), *I traguardi della bioenergia in Italia – Rapporto 2008*, Roma.
- [60] Ministero dello Sviluppo Economico – Direzione generale per le risorse minerarie ed energetiche (2011a), *Inventario delle risorse geotermiche nazionali*, WebGIS, <[http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/geotermia/inventario/webgis/irg\\_webgis.asp](http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/unmig/geotermia/inventario/webgis/irg_webgis.asp)>;
- [61] Ministero dello Sviluppo Economico – Statistiche dell'Energia (2011b), *Bollettino Petrolifero*, Web, <<http://dgerm.sviluppoeconomico.gov.it/dgerm/bollettino/indice.asp?anno=2010&trimestre=1>>;
- [62] V.Motola et al. (2009), *Censimento potenziale energetico biomasse, metodo indagine, atlante Biomasse su WEB-GIS*, Roma, RSE-ENEA;
- [63] Natalini, Y. (2008), *Stato dell'arte e prospettive di sfruttamento del legno cippato quale fonte energetica rinnovabile nel bellunese*, Tesi di laurea non pubblicata, Università degli Studi di Padova;
- [64] Pavan, C. (2001), *Le dighe e le centrali idroelettriche del bacino del Piave*, Treviso;
- [65] Pettenella, D.(2011) (a cura di), *Produzioni e consumi di biomasse legnose a fini energetici: problemi di monitoraggio e pianificazione, (Longarone (BL) 13-15 maggio 2011)*, Longarone (BL);
- [66] Provincia di Belluno – Assessorato Ambiente e Territorio (2006), *Piano provinciale di gestione dei rifiuti urbani*, Belluno;
- [67] Provincia di Belluno – Economato (2011), *Dati sui consumi energetici degli edifici provinciali*, Belluno;
- [68] Provincia di Belluno – Servizio autorità di bacino e valutazione impatto ambientale (2005a), *Dati su produzioni di rifiuti*, Belluno;
- [69] Provincia di Belluno – Servizio autorità di bacino e valutazione impatto ambientale (2005b), *Sistemi raccolta rifiuti urbani*, Belluno;
- [70] Provincia di Belluno – Settore Tecnico – Servizio mobilità e trasporti (2008), *La mobilità in provincia di Belluno – Studio trasportistico*, Belluno;
- [71] Provincia di Belluno – Settore Tecnico – Servizio mobilità e trasporti (2009),



- Monitoraggio sistematico del traffico sulla rete viaria principale in provincia di Belluno*, Belluno;
- [72] Provincia di Belluno (1991), *P.T.P. II° fase - "Ecologia ed Inquinamento" - Relazione*, Belluno;
- [73] Provincia di Belluno (2010), *Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale*, Belluno;
- [74] Provincia di Belluno (2011), *Il nuovo Polo scolastico di Agordo*, Belluno;
- [75] Regione del Veneto (2004), *Ricerca finalizzata allo studio della produzione dei residui legnosi da parte delle industrie di prima lavorazione operanti nelle aree montane e pedemontane della regione del Veneto*, Venezia;
- [76] Regione del Veneto (2011a), *Sistema Informativo Territoriale e Cartografia – GeoPortale Regionale*, <<http://idt.regione.veneto.it/app/metacatalog/index?deflevel=1>>;
- [77] Regione del Veneto (2011b), *Statistica – Banca dati*, Web, <<http://idt.regione.veneto.it/app/metacatalog/index?deflevel=1>>;
- [78] Regione del Veneto (2011c), *Analisi Utilizzazioni relative alle Domande di Taglio a livello di Regione*, Venezia
- [79] Regola di Campolongo (2011), *Relazione sulla Regola di Campolongo*;
- [80] Regola di Costalta (2011), *Relazione sulla Regola di Costalta*;
- [81] Regola di Tutta Danta (2011), *Relazione sulla Tutta Danta*;
- [82] Roccon, F. (2010) (a cura di), *Sustainable Energy Week – Acqua come risorsa scarsa: quali usi energetici? Le applicazioni micro-idroelettriche*, (Sedico (BL) 22-26 marzo 2010), Sedico (BL);
- [83] RSE (2010a), *Atlaeolico*, WebGIS, <<http://atlanteolico.rse-web.it/viewer.htm>>;
- [84] RSE (2010b), *Mini Hydro*, WebGIS, <<http://minihydro.rse-web.it/mappe/mappePotenzialeIdroelettrico.asp>>;
- [85] G.Ruol et al. (2008), *Programma nazionale biocombustibili – "Progetto Biogas"*, Legnaro (PD), Veneto Agricoltura;
- [86] Snam Rete Gas (2011), *Dati Statistici consumi metano*;
- [87] Terna (2011a), *Statistiche e previsioni - Dati Statistici (1990-2010)*, Web, <[http://www.terna.it/default/Home/SISTEMA\\_ELETTRICO/statistiche/dati\\_statistici.aspx](http://www.terna.it/default/Home/SISTEMA_ELETTRICO/statistiche/dati_statistici.aspx)>;
- [88] Terna (2011b), *Statistiche e previsioni - Dati Storici*, Web, <[http://www.terna.it/default/Home/SISTEMA\\_ELETTRICO/statistiche/dati\\_storici.aspx](http://www.terna.it/default/Home/SISTEMA_ELETTRICO/statistiche/dati_storici.aspx)>



- [89] Terna (2011c), *Statistiche e previsioni -Consumi energia elettrica per settore merceologico (2010)*, Web,  
<[http://www.terna.it/default/Home/SISTEMA\\_ELETTRICO/statistiche/consumi\\_settore\\_merceologico.aspx](http://www.terna.it/default/Home/SISTEMA_ELETTRICO/statistiche/consumi_settore_merceologico.aspx)>;
- [90] Unione Geotermica Italiana (2007), *La geotermia ieri, oggi, domani*, Pisa, Edizioni ETS;
- [91] Veneto Agricoltura (2010), *Rapporto sulle bioenergie in Veneto 2010*, Legnaro (PD), Veneto Agricoltura;
- [92] R.Zampieri et al. (2011), *Piazzole attrezzate per biomasse nella regione del Veneto*, Legnaro (PD), AIEL;
- [93] Zanchetta, P.(2011) (a cura di), *Potenzialità delle foreste in Veneto, sostegno alle piazzole per le biomasse e ai progetti di filiera nel PSR, (Longarone (BL) 13-15 maggio 2011)*, Longarone (BL);