

# COMUNE DI PORDENONE



## Comune di Pordenone

### PIANO D'AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE (PAES)

### Allegato fonti energetiche rinnovabili



## **Comune di Pordenone**

**Sindaco:** Claudio Pedrotti

**Vicesindaco:** Renzo Mazzer

**Assessore all'Ambiente, rifiuti, verde urbano e difesa del suolo:** Conficoni Nicola

**Assessore ai Lavori Pubblici, Patrimonio e Demanio:** Flavio Moro

**Alta Direzione del Sistema di Gestione dell'Energia:** Giunta del Comune di Pordenone

**Segretario Generale e Coordinatore degli RD:** Primo Perosa

**Settore IV Gestione del Territorio, Infrastrutture, Ambiente e Coordinatore del Gruppo di Gestione dell'Energia:** Giorgio Boz

**Gruppo di Gestione dell'Energia** del Comune di Pordenone

**Con il supporto tecnico di:**

### **[SOGESCA Srl](#)**

Ing. Camillo Franco

Ing. Andrea Rodighiero

Ing. Alessandro Mazzari

Dott. Emanuele Cosenza



**Attività cofinanziata dal Progetto  
Europeo [50000and1SEAPs](#)**



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

The sole responsibility for the content of this publication lies with the authors. It does not necessarily represent the opinion of the European Union. Neither the EASME nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.

## SOMMARIO

Analisi dello stato attuale .....	4
Fonti rinnovabili elettriche.....	4
Fotovoltaico .....	4
Idroelettrico.....	7
Biomasse e Biogas .....	8
Eolico.....	8
Fonti rinnovabili termiche.....	8
Potenziale di sviluppo delle rinnovabili .....	9
Rinnovabili elettriche .....	9
Fotovoltaico .....	9
Idroelettrico.....	11
Eolico.....	13
Biomassa e Biogas .....	14
Rinnovabili termiche .....	15
Solare termico .....	15
Pompe di calore.....	16
Biomassa.....	17

## ANALISI DELLO STATO ATTUALE

### FONTI RINNOVABILI ELETTRICHE

#### FOTOVOLTAICO

Nel territorio comunale di Pordenone, alla fine del 2013, sono installati 531 impianti solari fotovoltaici per una potenza complessiva di 9.775 kWp. Il trend di crescita è riportato nella tabella seguente. Risulta evidente l'influenza del sistema di incentivazione denominato "Conto Energia" nello sviluppo di questa tecnologia.

ANNO	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
NUMERO IMPIANTI	2	9	21	26	119	176	127	51
POTENZA INSTALLATA	22	39,7	87,6	114,5	2.956,5	3.290,8	2.950,7	313

Tabella 1: Impianti fotovoltaici per la produzione di energia derivante da fonti rinnovabili

La crescita del settore si è verificata soprattutto negli anni 2010, 2011 e 2012, nei quali è stato installato il 94,1% (pari a 9.198 kWp) della potenza complessiva disponibile.

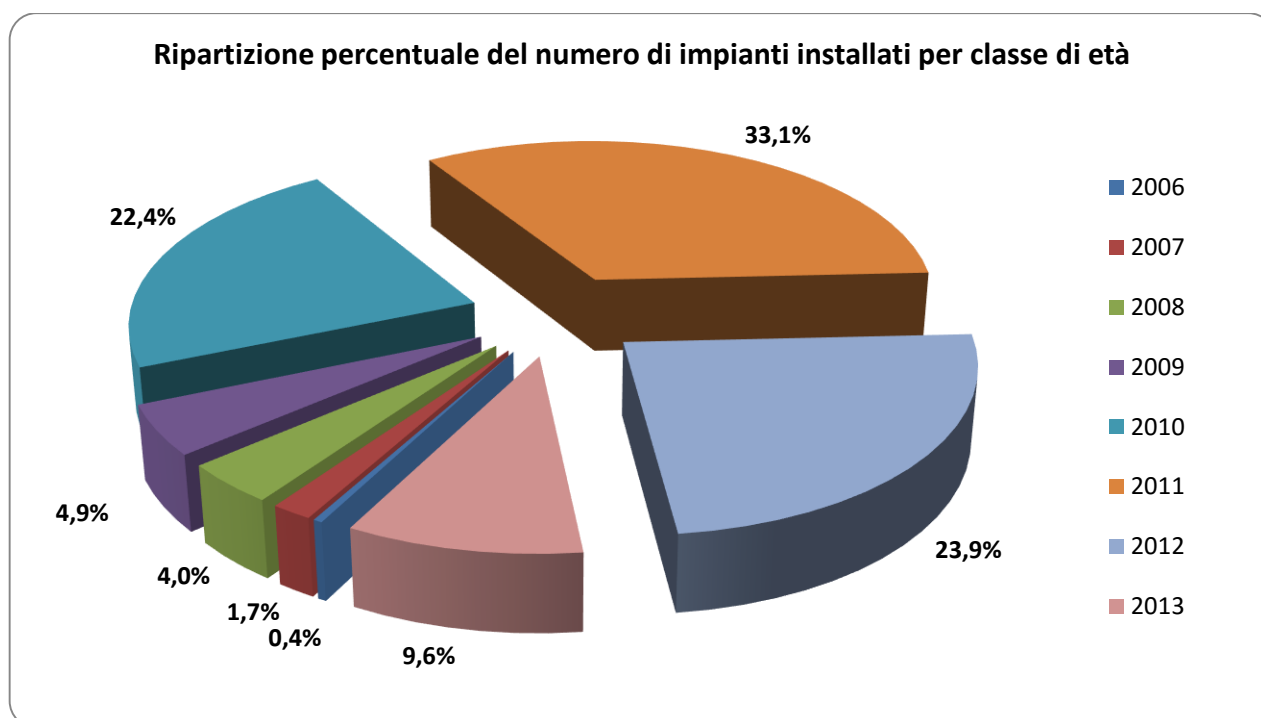


Grafico 1: Ripartizione della potenza di impianti fotovoltaici installati negli anni dal 2006 al 2013

Analizzando in dettaglio la suddivisione degli impianti per classi di potenza, il 93% degli impianti installati (pari a 493) risultano di potenza inferiore ai 20 kW.

ANNO	Da 0 a 3		Da 3 a 20		Da 20 a 200		Da 200 a 1000		Superiore a 1000	
	n° imp	potenza	n° imp	potenza	n° imp	potenza	n° imp	potenza	n° imp	potenza
2006	1	2,2	1	19,8	0	0	0	0	0	0
2007	5	13,9	4	25,7	0	0	0	0	0	0
2008	14	32,8	7	54,7	0	0	0	0	0	0
2009	13	35,8	13	78,6	0	0	0	0	0	0
2010	23	63,9	93	663,1	2	213,4	0	0	1	2016
2011	43	124,9	108	747,0	24	2217,2	1	201,6	0	0
2012	45	126,8	74	532,8	5	335,2	3	1955,8	0	0
2013	17	46,9	32	166,0	2	100	0	0	0	0

Tabella 2: Impianti fotovoltaici installati dal 2006 al 2013 suddivisi per classe di potenza

Il 6% degli impianti presenta potenza compresa tra 20 e 200 kW (soglia per accedere al regime di Scambio sul Posto). Il rimanente 1%, è suddiviso in 4 impianti di potenza compresa tra 200 e 1.000 kW, ed un impianto della potenza di 2.016 kWp.

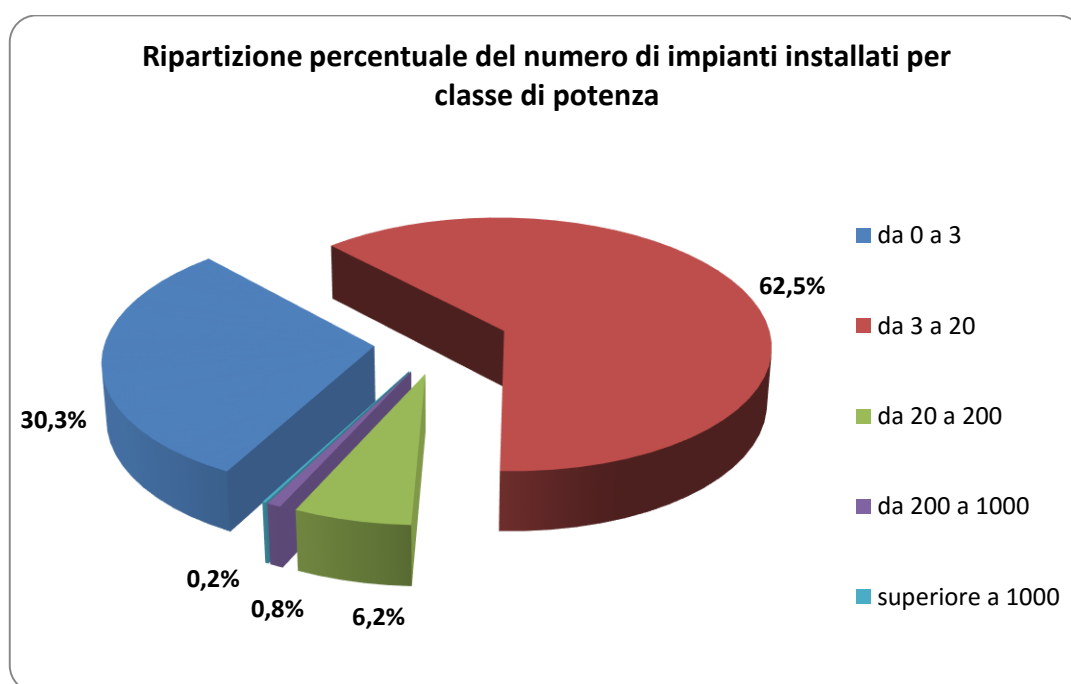


Grafico 2: numero di impianti fotovoltaici installati per classe di potenza

E' utile evidenziare qual è il contributo che ciascuna fascia di potenza porta alla produzione complessiva. Il grafico seguente evidenzia che gli impianti fotovoltaici di potenza superiore a 200 kW (pari all' 1% degli impianti installati) contribuisce al 43% dell'energia fotovoltaica complessivamente generata nel territorio del Comune di Pordenone.

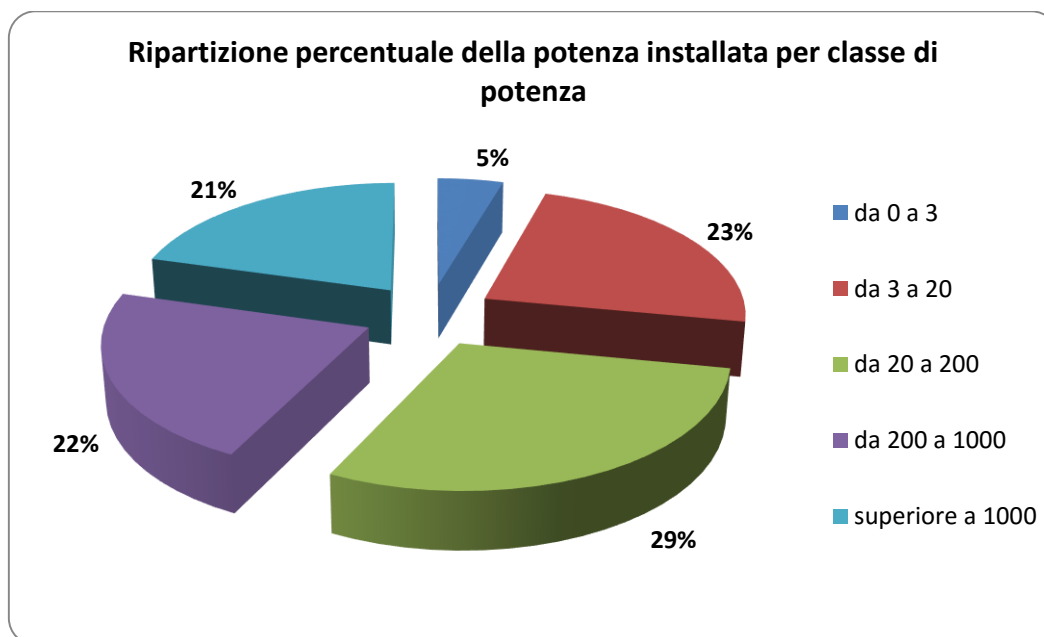


Grafico 3: impianti fotovoltaici installati per classe di potenza

Il grafico seguente riporta l'analisi di dettaglio degli impianti installati suddivisi per classi di potenza ed anno di installazione.

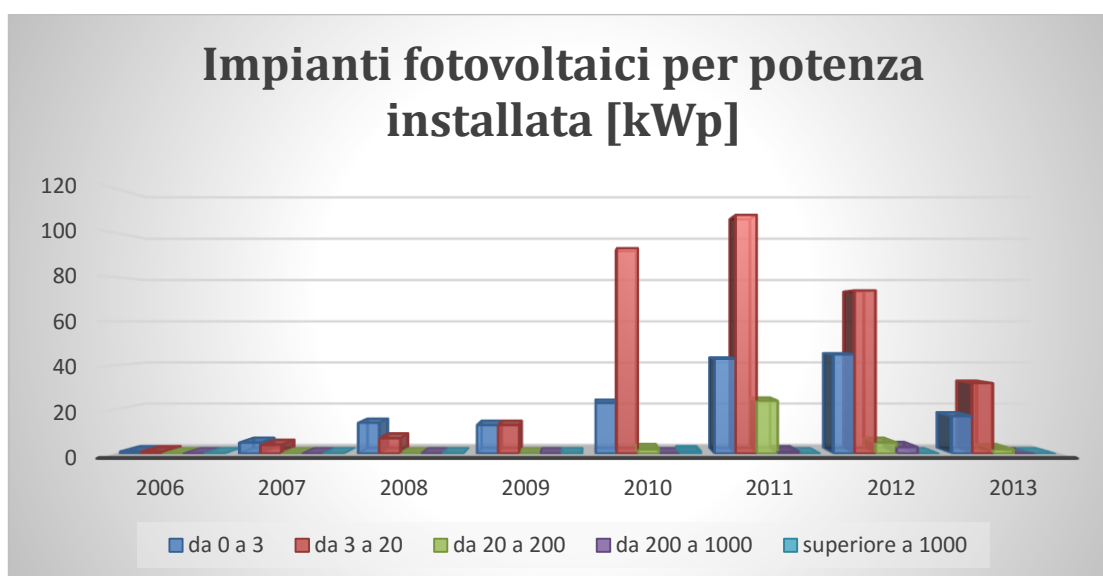


Grafico 4: Impianti fotovoltaici installati negli anni dal 2006 al 2013, per potenza

Per una valutazione dell'impatto del Conto Energia risulta utile il grafico seguente che riporta la potenza installata per anno. Si evidenzia che, escludendo gli anni 2010, 2011 e 2012, il fotovoltaico presenta un trend di crescita indicativamente lineare.

Si può ipotizzare che, in assenza di incentivi (attualmente per un impianto fotovoltaico residenziale è possibile richiedere le detrazioni del 50%), una potenza media installata di 313 kWp annuali sia un valore obiettivo realistico.

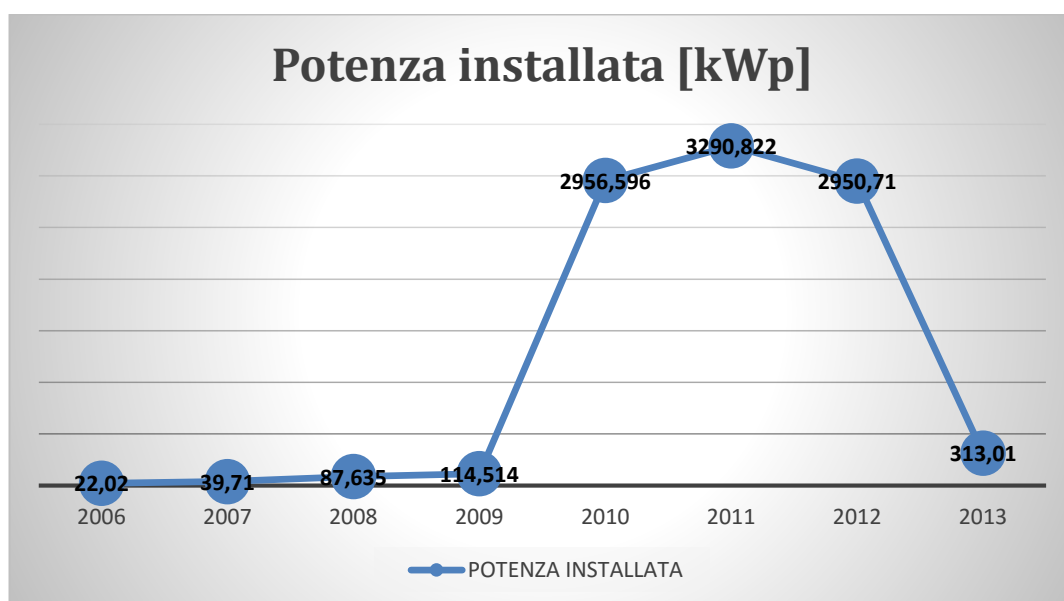


Grafico 5: Potenza degli impianti fotovoltaici installati per anno dal 2006 al 2013

## IDROELETTRICO

Nel territorio di Pordenone da lungo tempo non si è mai smesso di utilizzare l'energia idroelettrica, sfruttando dove possibile le acque sorgive. Ad oggi si mantengono attivi gli impianti più importanti, mentre quelli più piccoli sono stati lasciati in uno stato di abbandono a causa dell'obsolescenza tecnologica e perché ormai divenuti poco convenienti.

Tra quelli ancora in funzione troviamo l'impianto del Noncello, che si trova nel Comune di Cordenons (PN), l'impianto sul canale Amman del vecchio Cotonificio Venezian, che si trova nel Comune di Pordenone (PN), l'impianto sul Lago Burida, nel Comune di Porcia (PN) e l'impianto del Lago del Maglio che si trova nel Comune di Pordenone (PN).

Ad oggi la situazione ha subito profondi cambiamenti e si è riscontrata la necessità di fare tesoro di ogni possibile fonte concreta, compresi tutti, anche i più piccoli corsi d'acqua del territorio, ed è proprio per questo che si è cominciato a valutare la trasformazione delle vecchie centrali idroelettriche ormai in disuso, coniugando il patrimonio edilizio esistente, la

valorizzazione del territorio, le nuove tecnologie studiate e analizzandone le potenzialità economiche.

Ad oggi nel Comune di Pordenone sono presenti una serie di impianti idroelettrici attivi che sono:

<b>Officine idrauliche nel Comune di Pordenone</b>		
<b>Ditta</b>	<b>Corso d'acqua</b>	<b>Potenza concessa in kW</b>
Maglio sas di Tomasini S. & C.	Colatore Vallona	33,26
Maglio sas di Tomasini S. & C.	Roggia Peschiera	50,58
Maglio sas di Tomasini S. & C.	Roggia Peschiera, Colatore Vallona	51,47
Fri-EI Hydro spa	Rogge Burrida, Remengoli e Ca	165,81
Fri-EI Hydro spa	Fiume Noncello	399,37
Fri-EI Hydro spa	Fiume Noncello	257,38
<b>TOTALE</b>		<b>957,87</b>

Tabella 3: Impianti idroelettrici in attività

Se consideriamo che l'impianto entri in funzione in media per 4.438 ore annue, la produzione energetica annua di energia idroelettrica nel Comune di Pordenone è di 4.251 MWh.

#### BIOMASSE E BIOGAS

Non sono segnalati nel Comune di Pordenone impianti di produzione di energia elettrica alimentati a biogas ed a biomassa.

#### EOLICO

Non sono segnalati nel Comune di Pordenone impianti di produzione di energia elettrica alimentati a biogas ed a biomassa.

#### FONTI RINNOVABILI TERMICHE

Allo stato attuale non è possibile determinare il numero di impianti solari termici, impianti a biomassa per la produzione di calore e pompe di calore installate nel Comune di Pordenone.

E' possibile fare una stima indicativa dell'energia termica risparmiata parametrizzando i dati regionali sugli interventi legati alle detrazioni fiscali per efficienza energetica sulla popolazione, ma non è attendibile stimare il numero di impianti realizzati.

E' allo studio del Comune di Pordenone la realizzazione di un catasto per il censimento degli impianti rinnovabili termici.



**POTENZIALE DI SVILUPPO DELLE RINNOVABILI**
**RINNOVABILI ELETTRICHE**
**FOTOVOLTAICO**

La stima del potenziale qualitativo e quantitativo delle superfici complessive di coperture ed involucri degli edifici esistenti per l'installazione di impianti solari fotovoltaici (e termici) è distinta tra edifici residenziali e non ed aree a parcheggio pubblici potenzialmente disponibili per l'installazione di pannelli fotovoltaici.

Per quanto riguarda il settore residenziale, il dato di partenza riguarda la superficie totale in pianta delle diverse tipologie di tessuto urbano disponibili.

	<b>Superficie totale in pianta (m<sup>2</sup>)</b>
TESSUTO STORICO COMPATTO	289.638
TESSUTO DIFFUSO DI BASSA DENSITA'	2.257.051
TESSUTO DIFFUSO DI MEDIA DENSITA'	684.886
TESSUTO DIFFUSO DI ALTA DENSITA'	241.421

Tabella 4: superfici disponibili in pianta per lo sviluppo del fotovoltaico nei settori Residenziale e Terziario

Per correggere opportunamente il valore di superficie sono stati introdotti fattori correttivi legati a:

- Tipologia di tessuto urbano e relativi vincoli urbanistici vigenti.
- Presenza di ombre, ostacoli, camini e apparecchiature quali antenne, unità motocondensanti, ecc.
- Esclusione delle falde che non presentano una orientazione favorevole (Nord, Nord-Est, Nord-Ovest).
- Destinazione del 10% della superficie disponibile al solare termico.

I risultati ottenuti sono riassunti nella tabella seguente. I valori di energia elettrica prodotta sono ottenuti a partire dal valore di producibilità degli impianti pari a 157<sup>1</sup> kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup>.

	<b>Produzione elettrica (MWh el)</b>	<b>Potenza installata (MW el)</b>
TESSUTO STORICO COMPATTO	16.370	17
TESSUTO DIFFUSO DI BASSA DENSITA'	204.110	214
TESSUTO DIFFUSO DI MEDIA DENSITA'	54.194	57
TESSUTO DIFFUSO DI ALTA DENSITA'	16.374	17

Tabella 5: Potenziali di installazione e di produzione elettrica nei settori Residenziale e Terziario

L'energia ipoteticamente prodotta coprendo tutte le superfici disponibili dei tetti degli edifici residenziali, pari a 291.048 MWh, permetterebbe di generare una quantità di energia elettrica pari a 4,75 volte i consumi elettrici attribuiti agli edifici residenziali. La potenza complessiva installata dovrebbe essere pari a 306 MW elettrici.

Allo stato attuale, nel settore residenziale, il trend di crescita del fotovoltaico è stato notevolmente ridotto dalla cessazione del Conto Energia Fotovoltaico. Nel 2013, in fase di chiusura del Quinto Conto Energia, la potenza installata nel Comune di Pordenone è risultata di 313kW elettrici, pari allo 0,1% del potenziale disponibile.

In concomitanza alla redazione del Piano Energetico sono stati condotti degli studi nell'ambito del Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC) per valutare il potenziale disponibile nelle aree non destinate al residenziale e nelle aree a parcheggio pubblico<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Si è considerata una producibilità pari a 910 kWh/kWp installato ricavato da simulazioni effettuate con il software PV-GIS.

<sup>2</sup> La tavola di riferimento è la CS14- Componente Operativa - Infrastrutture energetiche - Approfondimenti

Dalle valutazioni emergono i seguenti potenziali:

	<b>Superficie disponibile (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Produzione elettrica (MWh el)</b>	<b>Potenza installata (MW el)</b>
AREE NON RESIDENZIALI (di cui utilizzabili 308.478)	771.197	48.431	44
AREE A PARCHEGGIO	247.462	38.851	35

Tabella 6: potenziali di superficie disponibile per installazione di impianti fotovoltaici in aree non residenziali ed in aree parcheggi

L'energia ipoteticamente prodotta coprendo tutte le superfici disponibili delle aree non residenziali permetterebbe di generare una quantità di energia elettrica pari all' 107% dei consumi elettrici attribuiti all'industria. La potenza complessiva installata dovrebbe essere pari a 44 MW elettrici.

L'energia ipoteticamente prodotta coprendo tutte le superfici disponibili delle aree a parcheggio permetterebbe di generare una quantità di energia elettrica pari a 3,27 volte i consumi elettrici attribuiti alla pubblica amministrazione (edifici e pubblica illuminazione). La potenza complessiva installata dovrebbe essere pari a 35 MW elettrici.

---

#### IDROELETTRICO

La seguente analisi riporta le conclusioni tratte nell'ambito dello studio "OFFICINE IDRAULICHE" sviluppato dal settore AMBIENTE E MOBILITA' del Comune di Pordenone. Lo studio si focalizza sulla valutazione tecnico-economica relativa ad alcuni impianti idroelettrici realizzabili nel territorio comunale.

Gli interventi possibili sono:

1. Roggia dei Molini: Nel punto in cui sfocia all'aperto, la roggia presenta una bocca circolare di cemento armato, ad 80 cm sopra il pelo dell'acqua. Non sono richieste particolari opere perché può utilizzare le strutture presenti.
2. La roggia Codafora: Fiume che scorre simmetrico alla roggia dei Molini e sbocca nel Noncello. L'ipotesi di realizzazione si basa su uno sbalzo di livello di 2,52m ma la modesta portata del fiume, rende il progetto poco interessante.
3. La roggia Vallona e il laghetto San Carlo: Un tempo esistevano due officine idrauliche, abbandonate molto tempo fa. Attualmente il laghetto è scarso d'acqua.

4. Laghetto San Carlo: Il secondo salto che si trova sul fiume è di considerevole portata e i manufatti attorno sono stati oggetto di conservazione da parte del Comune. La portata è pari a 0,83 m/s con un salto di 3,50 m
5. Roggia di Vallona sotto Viale della Libertà: In questo sito non sono mai esistiti impianti, ma la portata d'acqua sotto il ponte di Viale della Libertà e il dislivello si prestano alla realizzazione di questo tipo di impianti. Questo impianto andrebbe alimentarsi con la realizzazione di un bacino a monte in concomitanza con un intervento per il miglioramento paesaggistico con percorso ciclabile e pedonale.
6. Roggia Vallona - Emissario Laghetto Tomadini: Nel punto in cui l'emissario del Tomadini si immette nella Roggia Vallona c'è un considerevole salto con una portata interessante. Servirà solo tener conto delle esondazioni del fiume.
7. Il Noncello e il sistema delle rogge di Torre: Nel tratto iniziale ci sono già due impianti attivi (Torre e Borgomeduna) con importanti produzioni di energia. Utilizzando l'acqua residua, seppur di modesta quantità, è possibile realizzare due tipi di progetto, o con uno sbarramento, creando un salto di 2,00 m ma con interventi costosi e invasivi per il territorio o con un salto di 0,60 m, ma forse antieconomico.
8. Depuratore di Via Burida: Esiste, attorno all'area del depuratore un canale in cemento armato, che scarica costantemente tutto l'anno 0,41 mc/s d'acqua depurata. Scorre su una rampa a gradini con un salto di 4,21 m, dal quale è possibile ricavare una buona potenza elettrica.

La tabella seguente riassume i risultati dello studio condotto.

	Potenza (kW)	Produzione (MWh)	Investimento
1 Roggia dei Molini	22	160	166.000 €
2 La roggia Codafora	10	Tempo di rientro 12 anni.	
3 Roggia vallona e Laghetto San Carlo	Non conveniente.		
4 Laghetto San Carlo	23	170	180.000 €
5 Roggia Vallona, sotto viale della Libertà			250.000 €
6 Roggia Vallona - Emissario Laghetto Tomadini	Tempo di recupero 11 anni.		179.000 €
7 Depuratore di Via Burida	13,5	110	Rientro in 9 anni

Tabella 7: Potenze, produzione elettrica, conto economico in ricavi e investimenti per impianto

		Potenza Installabile (kW)	H (m)	Qmax (l/s)	Costo (€)
1	Roggia dei Molini	25	1,2	2320	103.188
2	Roggia Codafora	18,5	2,30	1000	100.656
3	Roggia Vallona e Laghetto San Carlo	40	2,18	1500	113.244
4	Laghetto San Carlo	30	3,5	900	118.212
5	Roggia Vallona, sotto viale della Libertà				
6	Roggia Vallona – Emissario Laghetto Tomadini	20	1,47	1500	104.952
7	Scarico depuratore Via Burida	20	4,21	800	115.104

Tabella 8: Ore di funzionamento e costi sostenuti

## EOLICO

Si ritiene che lo sviluppo della risorsa eolica non sia adatta all'ambito urbano, predominante nel territorio comunale.

L'analisi dei dati dei venti, ottenuti dalla stazione dell'ARPA-OSMER di Pordenone, evidenzia che il vento spira prevalentemente da nord-est.

L'analisi mensile e annuale del vento, misurato a 10 m di altezza è riportata nella seguente tabella, evidenziando i seguenti parametri.

- velocità media del vento filato;
- velocità media per ottante;
- frequenza percentuale media (annuale o mensile) dei minuti di vento misurati negli ottanti da cui spira il vento (i minuti con calma di vento sono quelli in cui la velocità < 0,5 m/s).

mese	Anni di misura	Velocità media vento filato (m/s)	Velocità media nell'ottante (m/s)								Frequenza nell'ottante (%)*								
			N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	CALMA
<b>Gen</b>	1955-2011	1.4	1.6	2.0	1.9	1.3	1.2	1.4	1.5	1.4	15	29	14	4	3	5	5	5	20
<b>Feb</b>	1955-2011	1.5	1.6	2.1	2.0	1.4	1.3	1.6	1.8	1.4	13	32	15	5	4	6	5	4	16
<b>Mar</b>	1955-2011	1.8	1.9	2.3	2.2	1.7	1.6	1.9	2.0	1.4	11	32	16	7	6	7	5	3	13
<b>Apr</b>	1955-2011	1.8	2.0	2.3	2.1	1.8	1.8	2.2	2.2	1.7	11	29	15	8	8	7	5	3	13
<b>Mag</b>	1955-2011	1.7	1.9	2.2	2.0	1.8	1.8	2.0	2.2	1.7	10	29	16	8	8	7	6	3	13
<b>Giu</b>	1955-2011	1.7	1.8	2.1	2.0	1.7	1.7	2.0	2.1	1.7	9	30	17	9	8	7	6	3	11
<b>Lug</b>	1955-2011	1.7	1.7	2.0	1.9	1.6	1.6	2.0	2.2	1.7	9	29	17	9	8	6	6	3	12
<b>Ago</b>	1955-2011	1.6	1.7	1.9	1.9	1.5	1.5	1.9	2.1	1.6	11	31	17	8	7	5	5	3	12
<b>Set</b>	1955-2011	1.5	1.6	1.9	1.9	1.5	1.4	1.7	1.8	1.5	12	32	16	6	6	5	5	3	13
<b>Ott</b>	1955-2011	1.4	1.6	1.9	1.9	1.5	1.3	1.4	1.8	1.7	14	32	15	5	4	5	4	3	17
<b>Nov</b>	1955-2011	1.4	1.7	2.0	1.9	1.5	1.3	1.4	1.6	1.4	14	31	14	4	4	5	4	3	20
<b>Dic</b>	1955-2011	1.4	1.6	2.0	2.0	1.3	1.2	1.4	1.5	1.4	15	31	14	3	2	5	5	4	20
<b>anno</b>	<b>1955-2011</b>	<b>1.6</b>	<b>1.7</b>	<b>2.1</b>	<b>2.0</b>	<b>1.6</b>	<b>1.5</b>	<b>1.8</b>	<b>1.9</b>	<b>1.5</b>	<b>12</b>	<b>31</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>15</b>

Tabella 9: Analisi mensile e annuale del vento misurato a 10 m di altezza.

Le velocità di punta e le frequenze non sono molto favorevoli allo sviluppo di questa tecnologia.

#### BIOMASSA E BIOGAS

Il contesto urbano pone forti limitazioni allo sviluppo delle fonti rinnovabili legate alla valorizzazione energetica del biogas e biomassa.

La biomassa è fortemente limitata in ambito urbano dall'emissione di polveri e particolato conseguenti alla combustione nelle caldaie.

**RINNOVABILI TERMICHE**
**SOLARE TERMICO**

La stima del potenziale qualitativo e quantitativo delle superfici complessive di coperture ed involucri degli edifici esistenti per l'installazione di impianti solari termici è stata condotta per gli edifici residenziali a partire dalla stima effettuata per le superfici disponibili per gli impianti fotovoltaici.

Nel calcolo delle superfici disponibili, si è valutata l'ipotesi di destinare il 10% della superficie alla realizzazione di impianti solari termici. Ipotizzando una resa termica pari 710<sup>3</sup> kWh/mq, è possibile produrre l'energia termica indicata in tabella. Considerato che l'energia termica destinata alla produzione di acqua calda sanitaria (ACS) nel comune di Pordenone è stimabile in 65,4 GWh<sup>4</sup>, l'energia prodotta dagli impianti solari termici risulta pari ad 2,24 volte l'attuale fabbisogno energetico per la produzione di ACS, ripartito nella percentuali indicate in tabella.

	<b>Superficie disponibile (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Produzione termica (MWh th)</b>	<b>Percentuale coperta (%)</b>
TESSUTO STORICO COMPATTO	11.586	8.226	111%
TESSUTO DIFFUSO DI BASSA DENSITA'	144.451	102.560	332%
TESSUTO DIFFUSO DI MEDIA DENSITA'	38.354	27.231	179%
TESSUTO DIFFUSO DI ALTA DENSITA'	11.588	8.228	76%
<b>TOTALE</b>	<b>205.979</b>	<b>146.245</b>	

Tabella 10: Potenziale di superfici disponibili per l'installazione di collettori solari termici

I dati di produzione di energia da solare termico ricavabili dai report di ENEA sulle detrazioni per interventi di efficienza energetica portano a stimare una produzione annuale pari a 168

<sup>3</sup> Dati di produzione stimata ricavato dalla scheda tecnica 8T - Installazione di collettori solari per la produzione di acqua calda sanitaria (Allegato A alla deliberazione EEN 17/09 come modificata dalla deliberazione EEN 9/11) del GSE nel caso di fascia climatica 1 (Pordenone), installazione di collettore piano e di sostituzione o integrazione di impianto a gas.

<sup>4</sup> Si ipotizza che la quota dell'energia termica utilizzata nel Comune di Pordenone, pari a 327 GWh, destinata alla produzione di acqua calda sanitaria sia pari al 20% del totale.

MWh<sup>5</sup>, pari allo 0,11% della producibilità stimata coprendo le superfici disponibili nel Comune di Pordenone.

## POMPE DI CALORE

Il PRGC, di recente approvazione, ha fornito due strumenti molto utili per la valutazione del potenziale di installazione delle pompe di calore:

1. La Carta Geoenergetica (CS13) fornisce i valori di riferimento per stimare la producibilità di un impianto geotermico in base alla tipologia del terreno e la quantificazione della conducibilità equivalente del terreno, attraverso alcuni saggi compiuti a 100m di profondità.
2. La Carta degli approfondimenti delle infrastrutture energetiche (CS14A) individua gli edifici situati in prossimità dei corsi di acqua, interrati e superficiali, che possono sfruttare la risorsa idrica per installare pompe di calore alimentate con acqua di canale. Essendo canali artificiali l'aumento di temperatura è smaltito prima del ricongiungimento con il fiume. Inoltre molti di questi edifici, soggetti a periodici allagamenti a seguito dell'innalzamento della falda, hanno già realizzato un sistema di pompaggio in collegamento con il canale in oggetto.

Le tecnologie che si vogliono proporre in ambito di piano energetico e promuovere a livello territoriale sono pertanto le pompe di calore:

1. ACQUA-ACQUA. Si preleva calore dalla sorgente fredda costituita dall'acqua (di falda, lago, fiume o mare) e la cede al pozzo caldo costituito da un circuito d'acqua di riscaldamento degli ambienti. I terminali adeguati sono i fan coil o i pannelli radianti.
2. TERRENO-ACQUA preleva calore dalla sorgente fredda costituita dal terreno e la cede al pozzo caldo costituito da un circuito d'acqua di riscaldamento e da qui ai terminali (fan coil o pannelli radianti) localizzati nei diversi locali.

Le superfici degli stabili censite nella Carta degli approfondimenti delle infrastrutture energetiche sono riportate nella seguente tabella, suddivise per tipologia di edificio.

---

<sup>5</sup> Stima basata su un criterio di proporzionalità legato alla popolazione.



DESTINAZIONE D'USO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
Prevalentemente residenziale	580.625
Prevalentemente produttivo	459.991
Servizi pubblici	65.567
Servizi pubblici sovracomunali	79.577
Archeologia industriale	63.582
<b>TOTALE</b>	<b>1.249.342</b>

Tabella 11: Potenziali di superfici riscaldabili tramite installazione di pompe di calore per settore

In assenza di progetti impiantistici e dimensionamenti degli impianti non è possibile stimare un potenziale di energia rinnovabile termica derivante dall'installazione delle pompe di calore acqua-acqua nei contesti riportati.

L'analisi porta ad evidenziare quali siano gli ambiti preferenziali per installare le pompe di calore acqua-acqua e terreno-acqua ottenendo un elevato rendimento.

## BIOMASSA

Il territorio di Pordenone è prevalentemente urbano e le risorse agro-forestali presenti sono molto contenute. Il potenziale di biomassa disponibile deriva prevalentemente dalla manutenzione del verde urbano, sia privato che pubblico.

Una stima indicativa del quantitativo disponibile può essere ricavata dai dati relativi ai rifiuti urbani forniti dall'Arpa Friuli Venezia Giulia in merito al verde urbano.

(t)	2010	2011	2012	2013	2014
VERDE URBANO	4.063,7	3.712,19	3.973,72	4.301,95	4.793,41

Tabella 12: Potenziali di biomassa utilizzabili ai fini della valorizzazione energetica

Considerando un valore medio di 4.133 tonnellate annue, si può stimare che la componente utile per le filiere legno-energia, pari al 25%<sup>6</sup> del totale della frazione verde, è quantificabile in 1.033 tonnellate.

Stimando un potere calorifico del cippato ottenibile di 3,4 kWh/kg, l'energia termica prodotta ogni anno dalla combustione della matrice legnosa del verde urbano risulta pari 3.512 MWh.

<sup>6</sup> AIEL, "La produzione di combustibili legnosi dalla selvicoltura urbana".

Prendendo in considerazione il fabbisogno termico degli edifici comunali, pari a 23.778 MWh, l'energia termica generata dalla combustione del cippato derivante da verde urbano coprirebbe il 14,77 % del fabbisogno energetico.