



Study of energy technology options for buildings with zero CO2 emissions due to energy use

REGIONE MOLISE - ITALIA

TECHNOLOGY OPTIONS REVIEW FOR NEAR ZERO CO₂ EMISSION BUILDINGS

The following renewable energy technologies which could be used for the creation of near zero CO₂ emission buildings will be examined. These technologies could be used for covering the needs in heating, cooling and electricity in buildings.

1. Solar thermal technology with flat plate collectors (for the production of domestic hot water)
2. Solar thermal technology with parabolic collectors and Stirling engine (for space heating, domestic hot water production and electricity generation)
3. Solar-PV technology (for electricity generation)
4. Solid biomass burning (for space heating and domestic hot water production)
5. High efficiency heat pumps, including geothermal, with COPs higher than 3.5 (for generation of heat, cooling and domestic hot water production)
6. Small size wind turbines (for electricity generation mainly in isolated buildings together with solar-PVs in hybrid systems)
7. Co-generation of heat and power using biomass as fuel (for space heating, domestic hot water production and electricity generation)
8. District heating using biomass as fuel (for space heating and domestic hot water production)
9. District heating utilizing waste heat (for space heating and domestic hot water production)
10. Solar thermal cooling (for space cooling)

Table 1. technologies which could be used for the creation of Zero CO₂ buildings

	R.E. technology	Space heating	Space cooling	Electricity generation	Domestic hot water production
1	Solar thermal with flat plate collectors				+
2	Solar thermal with parabolic collectors and Stirling engines	+		+	+
3	Solar-PV			+	
4	Solid biomass burning	+			+
5	High efficiency Heat pumps	+	+		+
6	Wind energy			+	
7	Co-generation of heat and power	+		+	+
8	District heating with biomass	+			+
9	District heating with waste heat	+			+
10	Solar thermal cooling		+		
11	Other				

1. Availability of the renewable energy in the area

Nella tabella seguente sono riportati i dati relativi alla produzione di energia da fonti rinnovabili, differenziati per tipologia di fonte primaria utilizzata (i dati sono stati estratti dai documenti statistici forniti dal GSE). Si sottolinea che i dati riportati sono relativi alla totalità degli impianti di produzione presenti sul territorio regionale e pertanto comprendono anche quegli impianti destinati alla sola produzione e non a servizio di edifici.

Come si può notare, la fonte primaria utilizzata maggiormente è la biomassa legnosa, segno della economicità e della facile disponibilità di tale tipologia di fonte energetica.

Altra nota è da fare in merito all'energia geotermica. Nella regione Molise, infatti, non sono presenti installazioni di impianti geotermici (non possono essere considerati impianti di produzione gli impianti dotati di pompe di calore terra/aria, comunemente denominati impianti geotermici a bassa entalpia).

Table 1.1. RES potential

RES	Region/country Energy production from RES in GWh/year [anno 2015]	Potential in region/country In GWh/year [stima al 2018]
Wind Power	644,7 GWh/y	656 GWh/y ¹
Wood biomass	9688 GWh/year	11200 GWh/y ¹
Hydro power	206,2 GWh/y	210 GWh/y ¹
Solar energy		
- PV plants	223,4 GWh/ Year	228 GWh/Year ¹
- Solar thermal	58,8 GWh/year	68 GWh/year ¹
Geothermal energy	(RES not present in the region)	
Bionenergy (Biogas, etc.)	175 GWh/y	175 GWh/y ¹
Total	10996,1 GWh/y	12537 GWh/y

¹ Nella stima del potenziale di produzione è stato considerato il tasso di crescita annuale indicato nel riepilogo statistico per l'anno 2015 fornito dal GSE SpA.

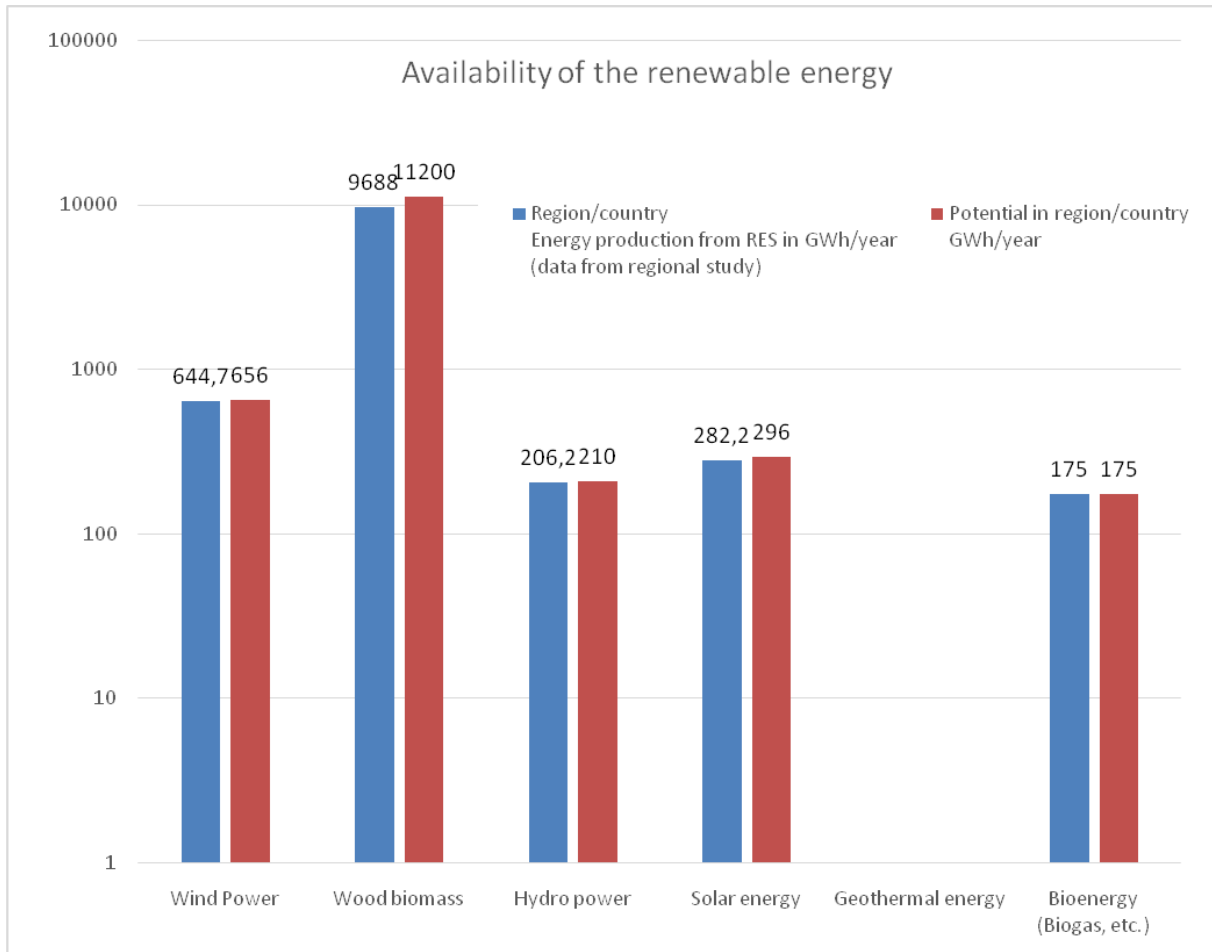


Diagram 1.1

2. Possible renewable energy technologies (RES technology) that can be used in region in order to create almost zero CO2 emission buildings due to their energy use

2.1 Technology 1 - Solar Thermal with flat plate collectors

Sono considerate le installazioni di impianti solari termici a servizio di edifici. Le tecnologie che sono considerate sono sia gli impianti a circolazione naturale (vedi fig. A) che a circolazione forzata (vedi fig. B). Gli impianti a circolazione naturale sono utilizzati esclusivamente per la produzione di acqua calda sanitaria. Gli impianti a circolazione forzata sono utilizzati sia per la produzione di acqua calda sanitaria sia ad integrazione del riscaldamento.

Sono molteplici le installazioni di impianti solari termici (nelle due varianti tecnologiche) presenti sul territorio della Regione Molise.



Fig. 2.1A

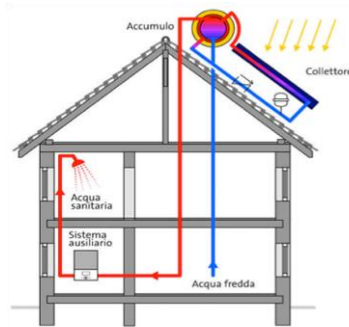


Fig. 2.1B

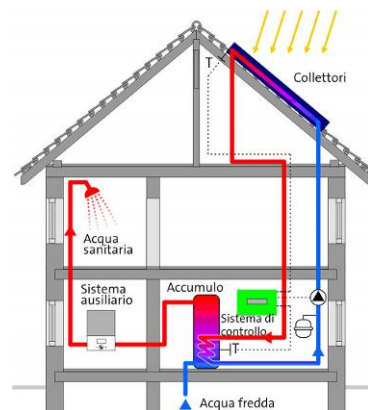


Table 2.1.1: Technology 1

RES Technology	Impianti solari termici con collettori solari.
Strengts	Costi contenuti di realizzazione; Buon ritorno dell'investimento; Semplicità e velocità di installazione; Alto rendimento termico; Basso costo di manutenzione; Mancata emissione di CO2; Facile integrazione nell'impianto idraulico esistente.
Weaknesses	Decadimento efficienza pannello solare termico; Fonte non controllabile; Possibile insorgenza di sovratemperature.
Reliability	Elevata affidabilità.
Maturity	La tecnologia utilizzata per la produzione di pannelli solari termici è consolidata.
Social acceptance	Gli impianti solari termici sono socialmente accettati per le seguenti motivazioni: - basso impatto ambientale; - facilità di installazione e semplicità dell'impianto; - riduzione di uso di combustibili fossili; - diminuzione dell'immissione di anidride carbonica in atmosfera.
Limitations – legal framework	L'autorizzazione degli impianti solari termici segue le procedure stabilite dal D.Lgs. 28/2011. Vincoli di natura ambientale e paesaggistica sono dettati dai riferimenti normativi novellati nel D.Lgs. 42/2004 e nel D.Lgs 152/2006.
Limitations – type/size of the building	Nessuna limitazione. Gli impianti solari termici sono dimensionati in funzione della superficie disponibile e della potenza termica necessaria per il fabbisogno delle utenze.
Existing financial incentives	1. Detrazioni fiscali pari al 65% dell'importo di spesa, con un massimo detraibile di 96000 €; 2. Conto termico.

Table 2.1.2: Evaluating form for technology option 1

		Score from 1 to 5 (1 is low, 5 is high)
1	Cost effectiveness of the total investments	5
2	Simplification of installation	4
3	Accessibility	4
4	Easy to use - for end user	4
5	Easy to maintain	4
6	Reliable	4
7	Efficient	5
8	Power capacity and energy production	4
9	Social acceptable	5
10	Promotion by the government with financial or non-financial incentives	4
	TOTAL scores	43

2.2 Technology 2 - Solar thermal with parabolic collector and Stirling engines

L'utilizzo di sistemi solari dotati di collettori parabolici e combinati con motori Stirling non è una tecnologia diffusa sul territorio molisano, nè si prevede un utilizzo efficiente di tale tecnologia nel prossimo futuro.

Lo scarso impiego di tale tecnologia è dettata dalle caratteristiche dei motori Stirling (in particolare il maggiore peso, la difficoltà di regolazione della potenza erogata, costo iniziale più elevato) che non ne consentono un economico impiego nell'ambito del riscaldamento e della produzione di energia ad uso residenziale.



Fig. 2.2

2.3 Technology 3 - Solar - PV

Sono considerate le installazioni di impianti solari fotovoltaici a servizio di edifici. Le tipologie che sono considerate sono:

1. grid connected (vedi fig. A), l'impianto è connesso alla rete elettrica nazionale. L'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico va ad alimentare le utenze elettriche, determinando un mancato prelievo dalla rete elettrica e un conseguente risparmio in bolletta. L'energia prodotta e non autoconsumata viene misurata dal contatore e viene riversata sulla rete;

2. stand alone (vedi fig. B), l'impianto non è connesso alla rete elettrica nazionale e l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico viene immagazzinata in batterie di accumulo. L'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico va a servire le utenze elettriche e l'energia non consumata istantaneamente viene immagazzinata in batterie di accumulo fino a completa carica. Le batterie andranno poi a servire le utenze durante i periodi di mancata produzione fino a completo esaurimento;

3. storage (vedi fig. C), l'impianto è connesso alla rete elettrica nazionale ed è dotato di batterie di accumulo. In particolare l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico va ad alimentare prima le utenze richieste dall'abitazione; l'energia non autoconsumata istantaneamente viene convogliata nelle batterie di accumulo fino alla completa carica e l'energia residua viene misurata dal contatore e riversata sulla rete.

Sono molteplici le installazioni di impianti solari fotovoltaici presenti sul territorio della Regione Molise, sia a servizio di edifici (residenziali e non) che come impianti di produzione di energia elettrica su ampia scala.



Fig. 2.3

Table 2.3.1: Technology 3

RES Technology	<i>Impianti solari fotovoltaici fino a 200 kW</i>
Strengths	<i>Buon ritorno dell'investimento; Basso costo di manutenzione; Semplicità di utilizzo; Mancata emissione di CO2; Lunga vita utile; Elevata affidabilità; Facile integrazione nell'impianto elettrico esistente.</i>
Weaknesses	<i>Decadimento efficienza pannello solare fotovoltaico; Fonte non controllabile; Mancata produzione durante la notte.</i>
Reliability	<i>Elevata affidabilità dovuta principalmente alla mancanza di organi in movimento.</i>
Maturity	<i>La tecnologia utilizzata per la produzione di pannelli solari fotovoltaici è ormai consolidata. L'estenuante lavoro di ricerca e sviluppo nel settore fotovoltaico ha portato ad un continuo miglioramento del rendimento della singola cella fotovoltaica raggiungendo valori molto confortanti.</i>
Social acceptance	<i>Gli impianti solari fotovoltaici sono socialmente accettati per le seguenti motivazioni: - basso impatto ambientale; - riduzione costo bollette energia elettrica; - facilità di installazione e semplicità di utilizzo; - riduzione di uso di combustibili fossili; - diminuzione dell'immissione di anidride carbonica in atmosfera.</i>
Limitations – legal framework	<i>L'autorizzazione degli impianti solari fotovoltaici segue le procedure stabilite dal D.Lgs. 28/2011. Vincoli di natura ambientale e paesaggistica sono dettati dai riferimenti normativi novellati nel D.Lgs. 42/2004 e nel D.Lgs 152/2006.</i>
Limitations – type/size of the building	<i>Nessuna limitazione. Gli impianti solari fotovoltaici sono dimensionati in funzione della superficie disponibile e della potenza necessaria per il fabbisogno delle utenze.</i>
Existing financial incentives	<i>Detrazioni fiscali pari al 50% dell'importo di spesa, con un massimo detraibile di 96000 €.</i>

Table 2.3.2 Evaluating form for technology option 3

		Score from 1 to 5 (1 is low, 5 is high)
1	Cost effectiveness of the total investments	4
2	Simplification of installation	4
3	Accessibility	5
4	Easy to use - for end user	4
5	Easy to maintain	4
6	Reliable	4
7	Efficient	3
8	Power capacity and energy production	3
9	Social acceptable	4
10	Promotion by the government with financial or non-financial incentives	4
	TOTAL scores	39

2.4 Technology 4 - Solid biomass burning

Le biomasse solide sono considerate tra le fonti di energia rinnovabili in quanto esse sono di origine vegetale. Nel settore residenziale (o comunque in riferimento agli impianti posti a servizio degli edifici e non in quelli destinati alla mera produzione di energia elettrica), l'utilizzo delle biomasse solide è da considerare dedicato esclusivamente al riscaldamento degli ambienti e alla produzione di ACS.

Molte sono le realizzazioni di impianti di riscaldamento a biomassa solida sul territorio molisano. L'uso di tale tipologia di fonte rinnovabile è facilitata dalla semplicità ed economicità di reperimento della biomassa legnosa.



Fig. 2.4

Table 2.4.1: Technology 4

RES Technology	<i>Impianti di riscaldamento alimentati a biomassa solida</i>
Strengts	<i>Buon ritorno dell'investimento; Controllo nell'utilizzo della fonte (fonte rinnovabile sempre disponibile) Economicità della risorsa; Facile scalabilità dell'impianto.</i>
Weaknesses	<i>Viene comunque prodotto inquinamento da combustione (PM2.5, PM10, monossido di carbonio) Nel caso della legna da ardere, difficoltà nell'approvvigionamento della risorsa. Onere manutentivo elevato.</i>
Reliability	<i>Elevata affidabilità delle tecnologie di realizzazione delle macchine.</i>
Maturity	<i>La tecnologia è consolidata.</i>
Social acceptance	<i>La tecnologia legata alla biomassa solida risulta accettabile per la stragrande maggioranza della popolazione. Essa è, inoltre, preferita in contesti abitativi rurali o di piccoli centri urbani in cui la ancor più facile reperibilità della fonte sopperisce agli svantaggi legati agli scarichi in atmosfera dei gas combusti.</i>
Limitations – legal framework	<i>Non sono soggetti a procedura autorizzativa gli impianti ad uso domestico o i piccoli impianti con taglia inferiore a 35 kW. Sono tuttavia obbligati alla detenzione dei libretti di impianto e la comunicazione della manutenzione periodica agli enti preposti.</i>
Limitations – type/size of the building	<i>Non ci sono limitazioni legate alla dimensione degli edifici essendo i macchinari utilizzati con una densità di potenza significativa. Tuttavia vi sono limitazioni legate ad un uso intensivo di sistemi a biomassa solida in contesti abitativi densamente popolati (dovuti agli odori e alle sostanze emessi con i fumi di scarico)</i>
Existing financial incentives	<i>Detrazioni fiscali pari al 50% dell'importo di spesa, con un massimo detraibile di 96000 €.</i>

Table 2.4.2 Evaluating form for technology option 4

		Score from 1 to 5 (1 is low, 5 is high)
1	Cost effectiveness of the total investments	4
2	Simplification of installation	4
3	Accessibility	4
4	Easy to use - for end user	5
5	Easy to maintain	1
6	Reliable	4
7	Efficient	4
8	Power capacity and energy production	4
9	Social acceptable	4
10	Promotion by the government with financial or non-financial incentives	4
	TOTAL scores	38

2.5 Technology 5 - High efficiency heat pumps

Le pompe di calore stanno sempre più prendendo piede nel riscaldamento degli edifici. In precedenza, esse erano utilizzate quasi esclusivamente per il raffrescamento degli ambienti, mentre oggi le tecnologie disponibili abbinate ad un netto miglioramento dei prodotti presenti in commercio hanno consentito a questa tecnologia di essere utilizzata largamente anche il riscaldamento degli ambienti.

Sono molteplici le installazioni di pompe di calore ad alta efficienza nel territorio della Regione Molise e si prevede un incremento del numero di installazioni nei prossimi anni.



Fig. 2.5

Table 2.5.1: Technology 5

RES Technology	<i>Pompe di calore ad alta efficienza</i>
Strengts	<i>Buon ritorno dell'investimento; Possibilità di riscaldamento e raffrescamento con lo stesso impianto; Facile installazione; Facile manutenzione; Alta efficienza;</i>
Weaknesses	<i>Uso di gas refrigeranti; Difficoltà di utilizzo in condizioni climatiche difficili; Rumorosità non sempre trascurabile; Necessità per una convenienza economica di essere abbinata a tariffe dell'energia elettrica dedicate o ad impianti di produzione di e.e. a basso costo.</i>
Reliability	Elevata affidabilità delle tecnologie di realizzazione delle macchine attualmente in commercio.
Maturity	<i>La tecnologia è consolidata.</i>
Social acceptance	Le pompe di calore sono generalmente accettate, anche grazie ai progressi nella costruzione dei macchinari che hanno consentito una significativa riduzione della rumorosità dei macchinari.
Limitations – legal framework	<i>Non vi sono limitazioni significative nell'installazione di questa tecnologia, se non la necessaria disponibilità da parte del soggetto di spazi esterni per l'installazione dei macchinari. In caso di edifici di particolare interesse architettonico, l'installazione di macchine sulle facciate degli edifici sono soggette ad autorizzazione degli enti preposti.</i>
Limitations – type/size of the building	<i>Le dimensioni delle macchine utilizzate per la realizzazione degli impianti sono tali da non avere limitazioni in relazione alla dimensione degli edifici.</i>
Existing financial incentives	<i>1. Detrazioni fiscali pari al 65% dell'importo di spesa, con un massimo detraibile di 46.154 € (per privati cittadini e imprese); 2. Detrazioni fiscali pari al 75% dell'importo di spesa, con un massimo detraibile di 40.000 €/appartamento (per condomini); 3. Conto termico.</i>

Table 2.5.2 Evaluating form for technology option 5

		Score from 1 to 5 (1 is low, 5 is high)
1	Cost effectiveness of the total investments	4
2	Simplification of installation	3
3	Accessibility	4
4	Easy to use - for end user	5
5	Easy to maintain	4
6	Reliable	5
7	Efficient	5
8	Power capacity and energy production	5
9	Social acceptable	3
10	Promotion by the government with financial or non-financial incentives	4
	TOTAL scores	42

2.6 Technology 6 - Small size wind turbines

Sono considerate le installazioni di piccoli impianti eolici utilizzati per la produzione di energia elettrica negli edifici e gestiti mediante il servizio di scambio sul posto . Le tecnologie che sono considerate sono sia gli impianti con aerogeneratori ad asse orizzontale (vedi fig. A) che ad asse verticale (vedi fig. B).

Sul territorio della Regione Molise sono presenti numerosi impianti eolici. C'è da sottolineare che pochissime sono le installazioni di impianti di piccola taglia a servizio di edifici. La quasi totalità delle installazioni riguarda impianti eolici di grossa taglia per la produzione di energia elettrica su ampia scala.



Fig. 2.6A



Fig. 2.6B

Table 2.6.1: Technology 6

RES Technology	<i>Piccoli impianti eolici a servizio di edifici, caratterizzati da una potenza in generazione non superiore a 10 kW.</i>
Strengths	<i>Buon ritorno dell'investimento; Produzione energia elettrica caratterizzata da una minore variabilità giornaliera; Assenza di emissioni in atmosfera.</i>
Weaknesses	<i>Costo di investimento considerevole; Difficoltà di installazione; Elevata variabilità della produzione in funzione del sito di installazione; Rumorosità del generatore significativa; Rapporto dimensioni geometriche/potenza installata elevato; Fonte non facilmente controllabile.</i>
Reliability	<i>Elevata affidabilità delle tecnologie di realizzazione delle macchine costituenti gli impianti eolici. L'onere manutentivo può considerarsi medio.</i>
Maturity	<i>La tecnologia eolica è certamente matura.</i>
Social acceptance	<i>Nonostante l'eolico sia in grado di produrre energia elettrica a basso impatto ambientale (non utilizza carburanti e non immette sostanze nocive nell'ambiente) non è ancora socialmente accettata da molte persone (Soprintendenza, associazioni ambientaliste, associazioni animaliste, ecc) che obiettano il notevole impatto paesaggistico e l'elevata rumorosità delle macchine impiegate.</i>
Limitations – legal framework	<i>L'autorizzazione degli impianti segue le procedure stabilite dal D.Lgs. 28/2011. Vincoli di natura ambientale e paesaggistica sono dettati dai riferimenti normativi novellati nel D.Lgs. 42/2004 e nel D.Lgs 152/2006.</i>
Limitations – type/size of the building	<i>Le dimensioni delle macchine utilizzate per la realizzazione degli impianti eolici sono tali da non consentire una facile installazione delle stesse in prossimità degli edifici. È da escludere una loro possibile installazione nei centri abitati e nelle loro prossimità (le installazioni che sono registrate sono tutte in zone rurali).</i>
Existing financial incentives	<i>Detrazioni fiscali pari al 50% dell'importo di spesa, con un massimo detraibile di 96000 €.</i>

Table 2.6.2 Evaluating form for technology option 6

		Score from 1 to 5 (1 is low, 5 is high)
1	Cost effectiveness of the total investments	2
2	Simplification of installation	2
3	Accessibility	1
4	Easy to use - for end user	2
5	Easy to maintain	2
6	Reliable	4
7	Efficient	3
8	Power capacity and energy production	3
9	Social acceptable	1
10	Promotion by the government with financial or non-financial incentives	4
	TOTAL scores	24

2.7 Technology 7 - Cogeneration of heat and power

Sono considerate le installazioni di piccoli impianti cogenerativi a servizio di edifici. Viene definita cogenerazione la produzione simultanea di due forme differenti di energia, entrambe sfruttabili, a partire da un'unica fonte energetica in un impianto integrato. In ambito residenziale, sono prevalentemente utilizzati i cogeneratori per la produzione combinata di energia elettrica e calore.

Le tecnologie che sono considerate sono sia gli impianti cogenerativi con motori a combustione interna (vedi fig. A) che gli impianti cogenerativi con turbine a gas (vedi fig. B).

Nella Regione Molise stanno crescendo il numero di installazione di gruppi di cogenerazione a servizio di edifici.



Fig. 2.7

Table 2.7.1: Technology 7

RES Technology	<i>Impianti di cogenerazione a servizio di edifici aventi una potenza nominale non superiore a 200 kWe.</i>
Strengts	<i>Risparmio energetico determinato dal minor consumo di combustibile primario; Lunga vita utile; Elevata affidabilità.</i>
Weaknesses	<i>Elevato costo d'investimento iniziale; Emissioni in atmosfera, seppur moderate; Elevati costi di manutenzione.</i>
Reliability	<i>Moderata affidabilità dovuta principalmente alla presenza di organi in movimento che necessitano manutenzione costante e programmata.</i>
Maturity	<i>La tecnologia utilizzata per la realizzazione di impianti cogenerativi è ormai consolidata.</i>
Social acceptance	<i>Gli impianti cogenerativi non sono socialmente accettati in quanto seppur considerati a basso impatto ambientale tali sistemi non riducono totalmente l'immissione di anidride carbonica in atmosfera.</i>
Limitations – legal framework	<i>L'autorizzazione degli impianti cogenerativi segue le procedure stabilite dal D.Lgs. 28/2011. Vincoli di natura ambientale e paesaggistica sono dettati dai riferimenti normativi novellati nel D.Lgs. 42/2004 e nel D.Lgs 152/2006.</i>
Limitations – type/size of the building	<i>Gli impianti di cogenerazione devono essere dimensionati in funzione delle utenze elettriche e termiche presenti all'interno dell'edificio . Gli edifici devono essere dotati di adeguati locali tecnici per la loro installazione.</i>
Existing financial incentives	<i>1. Detrazioni fiscali pari al 65% dell'importo di spesa, con un massimo detraibile di 96000 €; 2. Conto termico.</i>

Table 2.7.2 Evaluating form for technology option 7

		Score from 1 to 5 (1 is low, 5 is high)
1	Cost effectiveness of the total investments	2
2	Simplification of installation	2
3	Accessibility	2
4	Easy to use - for end user	2
5	Easy to maintain	2
6	Reliable	4
7	Efficient	3
8	Power capacity and energy production	4
9	Social acceptable	2
10	Promotion by the government with financial or non-financial incentives	4
	TOTAL scores	27

2.8 Technology 8 - District heating with biomass

Gli impianti di teleriscaldamento alimentati da biomassa solida costituiscono un buon utilizzo della fonte primaria per il riscaldamento delle utenze finali poste sul territorio circostante l'impianto.

Il teleriscaldamento consente, mediante tubazioni opportunamente isolate, la separazione dell'impianto termico dalle utenze, il che fornisce vantaggi in termini di possibilità di utilizzo di fonti energetiche non utilizzabili in prossimità di nuclei abitativi. Tuttavia le perdite lungo le condotte scoraggiano l'applicazione intensiva di questa tecnologia.

Inoltre, essendo il territorio molisano a elevato rischio idrogeologico, la realizzazione di tubazioni interrate per il teleriscaldamento andrebbero incontro a problematiche di gestione nel corso degli anni.

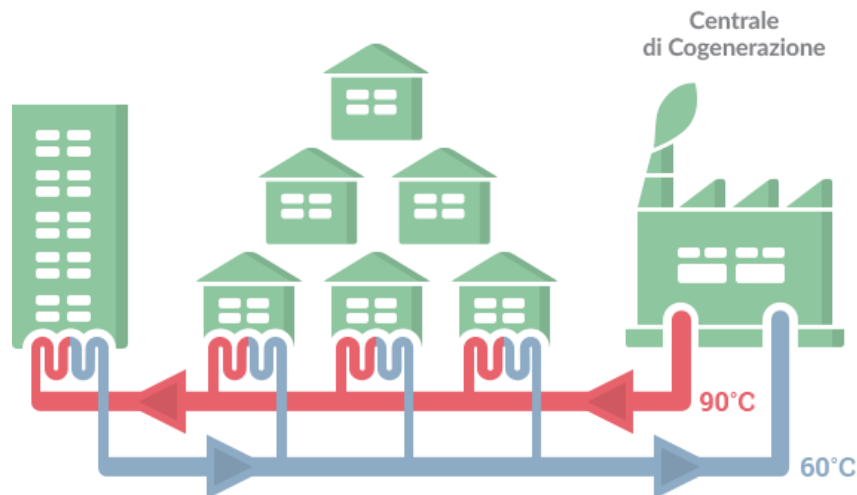


Fig. 2.8

2.9 Technology 9 - District heating with waste heat

Gli impianti di teleriscaldamento alimentati da rifiuti costituiscono un buon utilizzo della fonte primaria per il riscaldamento delle utenze finali poste sul territorio circostante l'impianto. Tuttavia, la tipologia di fonte energetica necessita un elevato controllo sulla qualità dei rifiuti al fine di evitare l'immissione in atmosfera di sostanze inquinanti e nocive. Inoltre tale tipologia di impianti non accettata facilmente dalla popolazione residente nelle zone di installazione.

Il teleriscaldamento consente, mediante tubazioni opportunamente isolate, la separazione dell'impianto termico dalle utenze, il che fornisce vantaggi in termini di possibilità di utilizzo di fonti energetiche non utilizzabili in prossimità di nuclei abitativi. Tuttavia le perdite lungo le condotte scoraggiano l'applicazione intensiva di questa tecnologia. Inoltre, essendo il territorio molisano a elevato rischio idrogeologico, la realizzazione di tubazioni interrato per il teleriscaldamento andrebbero incontro a problematiche di gestione nel corso degli anni.

2.10 Technology 10 - Solar Thermal cooling

Il Solar thermal cooling è una tecnologia che abbina il raffrescamento ottenuto mediante sistemi ad assorbimento (largamente impiegati per il recupero del calore di scarto per la refrigerazione industriale) con impianti solari termici. I normali sistemi ad assorbimento necessitano di una fonte di calore per consentire il ciclo frigorifero. Nei sistemi solar cooling tale sorgente è costituita da collettori solari che forniscono il calore necessario al sistema per poter consentire il funzionamento del ciclo frigorifero. Tuttavia la tecnologia ancora non consolidata, gli elevati costi, taglie degli impianti disponibili non adatte all'uso in ambito residenziale non conseriscono alla tecnologia solar cooling una competitività significativa e che ne consenta il largo utilizzo a servizio di edifici.

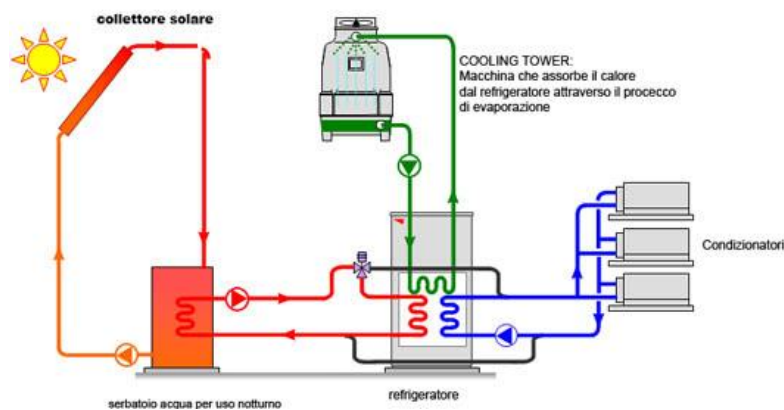


Fig. 2.10

2.11 Technology 11 - Geothermal heat pumps

Le pompe di calore terra/acqua o terra/aria, più comunemente note come pompe di calore geotermiche, sono una particolare applicazione delle pompe di calore in cui la sorgente fredda è costituita dal sottosuolo. Tale tecnologia sta prendendo sempre più piede, nonostante i costi di installazione elevati, per la stabilità della temperatura del sottosuolo, il che consente un funzionamento della pompa di calore in condizioni poco variabili rispetto alla condizione di funzionamento ottimale.

Nella Regione Molise stanno crescendo il numero di installazioni di impianti dotati di pompe di calore geotermiche.

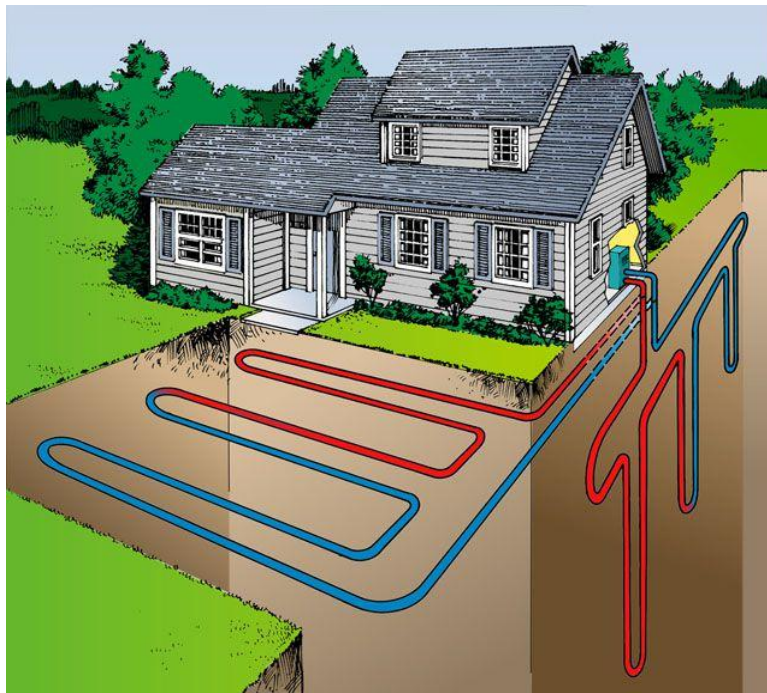


Fig. 2.11

Table 2.11.1: Technology 11

RES Technology	<i>Pompe di calore geotermiche</i>
Strengts	<i>Possibilità sia di riscaldare che di refrigerare gli ambienti; Assenza di emissioni inquinanti in atmosfera;</i>
Weaknesses	<i>Costo di investimento elevato; Difficoltà di installazione; Necessari per l'installazione di adeguati mezzi per la realizzazione delle sonde (in particolar modo le sonde verticali)</i>
Reliability	Elevata affidabilità delle tecnologie di realizzazione delle pompe di calore.
Maturity	<i>La tecnologia delle pompe di calore è consolidata. Miglioramenti e riduzione dei prezzi si stanno registrando per quanto riguarda la realizzazione degli scambiatori geotermici.</i>
Social acceptance	Le pompe di calore geotermiche sono largamente accettate dalla popolazione.
Limitations – legal framework	<i>L'autorizzazione degli impianti è subordinata all'autorizzazione alla perforazione in profondità del sottosuolo da parte degli enti preposti (in particolar modo nel caso di sonde geotermiche verticali).</i>
Limitations – type/size of the building	<i>Le dimensioni elevate delle sonde geotermiche limitano l'utilizzo delle pompe di calore geotermiche agli edifici dotati di sufficiente spazio per la loro realizzazione. Maggiore è la potenza termica richiesta tanto maggiore saranno le dimensioni delle sonde.</i>
Existing financial incentives	<i>Detrazioni fiscali pari al 50% dell'importo di spesa, con un massimo detraibile di 96000 €.</i>

Table 2.11.2 Evaluating form for technology option 11

		Score from 1 to 5 (1 is low, 5 is high)
1	Cost effectiveness of the total investments	1
2	Simplification of installation	1
3	Accessibility	2
4	Easy to use - for end user	4
5	Easy to maintain	4
6	Reliable	4
7	Efficient	4
8	Power capacity and energy production	5
9	Social acceptable	3
10	Promotion by the government with financial or non-financial incentives	4
	TOTAL scores	32

2.4 List of all RES technologies based on scores:

Di seguito è riportata la lista delle tecnologie RES precedentemente analizzate, ordinate in funzione del punteggio ad esse associato.

Table 2.4 Score list for technology options

	Opzione tecnologica	Total score
1	Solar Thermal with flat plate collectors	43
2	High efficiency heat pumps	42
3	Solar - PV	39
4	Solid biomass burning	38
5	Geothermal heat pumps	32
6	Cogeneration of heat and power	27
7	Small size wind turbines	24
8	District heating with biomass	-
9	District heating with waste heat	-
10	Solar Thermal cooling	-
11	Solar thermal with parabolic collector and Stirling engines	-

3. Combination of different technologies in order to cover all of the building energy demand

Nel seguito è riportata una tabella riepilogativa nella quale è mostrata la possibile combinazione delle opzioni tecnologiche precedentemente analizzate singolarmente.

Table 3.1 Combination of different technologies

	Solar thermal –flat collector	Solar thermal and Stirling engines	Solar - PV	Solid biomass burning	High efficiency heat pumps	Small size wind turbines	Cogeneration of heat and power	District heating with biomass	District heating with waste heat	Solar Thermal cooling	Geothermal heat pumps
Solar thermal –flat collector			X	X	X	X	X				X
Solar thermal and Stirling engines				X	X	X	X				X
Solar - PV	X			X	X	X	X	X	X	X	X
Solid biomass burning	X	X	X			X				X	
High efficiency heat pumps	X	X	X			X					
Small size wind turbines	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
Cogeneration of heat and power	X	X	X			X				X	
District heating with biomass			X			X				X	
District heating with waste heat			X			X				X	
Solar Thermal cooling			X	X		X	X	X	X		
Geothermal heat pumps	X	X	X			X					

4. Cost effectiveness of the RES technology compared with existing conventional fossil fuel based technologies –

Nel seguito sono presentate tre differenti varianti legate all'applicazione di tre differenti combinazioni delle opzioni tecnologiche precedentemente esaminate ad un edificio pubblico adibito a casa comunale e localizzato nel comune di Matrice nella provincia di Campobasso. Nelle tabelle relative alle singole varianti sono sintetizzati i parametri in grado di valutare la convenienza tecnica ed economica delle singole soluzioni analizzate. Nel seguito sono riepilogati i dati di partenza propri dell'edificio preso a riferimento.

Reference Building	
Tipologia di edificio	Edificio comunale
Ubicazione	Matrice (CB)
Superficie	250 mq
Zona climatica	E
Gradi Giorno	2.237
Classe energetica	G
Energy need for heating	21.380 kWh/y
Energy need for cooling	0 kWh/y
Use of electricity	4.569 kWh/y
CO2 emissions	5976,35 kg/m ²
Operating costs per year	3263 €/y

Variant 1:

Nella variante 1 è considerata l'installazione di una caldaia a biomassa da 50 kWt e di un impianto solare fotovoltaico da 4,5 kW.

La caldaia a biomassa solida (molto diffusa quale biomassa utilizzata per impianti di riscaldamento è il pellet) è utilizzata per soddisfare il fabbisogno energetico delle utenze termiche, ovvero per il riscaldamento e la produzione di ACS. L'energia elettrica destinata alla alimentazione delle utenze elettriche a servizio dell'edificio è invece prodotta per mezzo dell'impianto fotovoltaico.

Come si può notare dalla tabella seguente, l'utilizzo della caldaia a biomassa in sostituzione della caldaia a metano tradizionale consente l'azzeramento delle emissioni di anidride carbonica (è posto pari a zero l'emissione di anidride carbonica prodotta da biomassa in quanto viene considerato l'intero ciclo di vita della risorsa energetica. Per crescere, la pianta assorbe la stessa quantità di anidride carbonica che successivamente viene emessa nel momento in cui viene bruciata), oltre che a ridurre la spesa energetica relativa al calore essendo il costo unitario del pellet inferiore rispetto al gas naturale.

In aggiunta, l'utilizzo dell'impianto fotovoltaico per la produzione in loco dell'energia elettrica consente una riduzione sia dell'anidride carbonica emessa che della spesa energetica.

Table 4.1.1 Description of the RES technologies used in this example

	Building- current status	Building Variant 1
Energy need for heating kWh/a	21.380	20.413
Energy need for cooling kWh/a	0	0
Use of electricity kWh/ m ² a	4.569	505
CO2 emissions kg/ m ² a	2207,00(e)+3769,35(t) = 5976,35	252 (e) + 0 (t) = 252
Operating costs per year (EUR/ m ² a) (heating and electricity)	2002 €(t) + 1261 € (e) = 3263 €	759 € (t) + 139,44 (e) = 898,44 €
Investment €/ m ²		16090 € + IVA (10%)
Investment per kg of CO2 saved annually €/ kg m ²		2,81 €/kg
Savings €/ m ² a		2364,56 €
Public Incentives		1853 €
Net investment		14237 €
Payback period a		6,0

Variante 2:

Nella variante 2 è considerata l'installazione di un impianto solare termico di integrazione al riscaldamento esistente e di un impianto fotovoltaico della potenza nominale pari a 4,5 kW.

Al fine di aumentare l'efficienza dell'impianto di riscaldamento (alimentato mediante combustibile gassoso, quale il metano) e ridurre i consumi energetici, è installato ad integrazione del riscaldamento un impianto solare termico a convezione forzata. Tale tipologia di impianto consente di apportare energia termica ad un accumulatore mantenuto a temperatura da sistemi di controllo in grado di combinare gli apporti derivanti dalla fonte rinnovabile e dalla fonte combustibile tradizionale.

Per l'alimentazione delle utenze elettriche è installato un impianto fotovoltaico connesso alla rete di distribuzione e tarato in maniera tale da coprire la maggior parte dell'energia elettrica necessaria.

Table 4.1.2 Description of the RES technologies used in this example

	Building- current status	Building Variant 2
Energy need for heating kWh/a	21.380	8.889
Energy need for cooling kWh/a	0	0
Use of electricity kWh/a	4.569	505
CO2 emissions kg/a	2207,00(e)+3.769,35(t) = 5976,35	252 (e) + 1.778 (t) = 2.030
Operating costs per year (EUR/a) (heating and electricity)	2002 €(t) + 1261 € (e) = 3.263 €	139,44 (e) + 832,00 (t) = 971,44
Investment €/ m ²		14.700 €
Investment per kg of CO2 saved annually €/kg m ²		3,72
Savings €/ m ² a		2.291,56
Public Incentives		2.215,82 €
Net investment		12.484,18 €
Payback period a		5,4

Variant 3:

Nella variante 3 è considerata l'installazione di una pompa di calore avente potenza termica resa pari a 50 kWt abbinata ad un impianto fotovoltaico della potenza nominale pari a 8 kW.

A differenza della precedente soluzione analizzata, non è considerata l'installazione di un impianto solare termico ad integrazione del riscaldamento.

Table 4.1.2 Description of the RES technologies used in this example

	Building- current status	Building Variant 3
Energy need for heating kWh/m ² a	21.380	0
Energy need for cooling kWh/ m ² a	0	0
Use of electricity kWh/ m ² a	4.569	1195
CO2 emissions kg/ m ² a	2207,00(e)+3769,35(t) = 5976,35	597 (e) + 0 (t) = 597
Operating costs per year (EUR/ m ² a) (heating and electricity)	2002 €(t) + 1261 € (e) = 3263 €	329,72 (e) + 0 (t) = 329,72
Investment €/ m ²		22.700 €
Investment per kg of CO2 saved annually €/ m ²		4,22
Savings €/ m ² a		2.933,28 €
Public Incentives		2.983,5 €
Net investment		19716,5
Payback period a		6,7

5. Conclusion

Dall'analisi di quanto presentato e come mostrano i risultati ottenuti, le soluzioni tecnologiche per attuare l'efficientamento energetico e la riduzione delle emissioni di anidride carbonica in atmosfera sono numerose. In aggiunta, le tecnologie presenti sono consolidate e i prodotti presenti in commercio consentono l'implementazione di soluzioni altamente efficienti. Tuttavia, solo una calibrazione sulle reali necessità energetiche dell'edificio e la valorizzazione delle risorse energetiche del territorio in prossimità consentono un efficace e considerevole efficientamento energetico. Nella tabella seguente è riportato il confronto tra i risultati ottenuti dall'applicazione delle tre varianti delle opzioni tecnologiche precedentemente descritte e applicate all'edificio pubblico adibito a casa comunale del comune di Matrice(CB).

	Building-current status	Building Variant 1	Building Variant 2	Building Variant 3
Energy need for heating kWh/a	21.380	20.413	8.889	0
Energy need for cooling kWh/a	0	0	0	0
Use of electricity kWh/y	4.569	505	505	1195
CO2 emissions kg/ m ² a	5976,35	252	2.030	597
Operating costs €/a	3263 €	898,44 €	971,44	329,72
Investment €		16090 €	14.700 €	22.700 €
Investment per kg of CO2 saved annually €/ kg m ²		2,81 €/kg	3,72	4,22
Savings €/ m ² a		2364,56 €	2.291,56	2.933,28 €
Public Incentives		1.853,00 €	2.215,82 €	2.983,5 €
Net investment		14.237,00 €	12.484,18 €	19.716,50
Payback period a		6,0	5,4	6,7

Analizzando i risultati presentati nello studio dell'efficacia dell'investimento, si può osservare come la soluzione più efficace in termini di costo per unità di anidride carbonica non immessa in atmosfera risulta la produzione di energia termica per mezzo di una tecnologia a basso costo (produzione mediante caldaia a pellet) abbinata alla produzione di energia elettrica mediante impianto fotovoltaico. La diretta produzione di energia termica (e non tramite energia elettrica) è consigliabile all'utilizzo di sistemi di riscaldamento utilizzando energia elettrica. C'è da sottolineare, tuttavia, che non sempre risulta possibile l'utilizzo di biomassa solida in contesti urbani. Infatti, il massiccio utilizzo di combustibili solidi porta a emissioni in atmosfera di particolati ed altri inquinanti che potrebbero raggiungere valori limite prescritti dalla vigente normativa. Da sottolineare inoltre che la valutazione presentata

si è limitata all'analisi delle emissioni di CO₂. Tuttavia, i processi di combustione di combustibili solidi portano all'emissione in atmosfera di molte altre sostanze inquinanti e nocive per la salute umana (p.e. NO_x, polveri sottili, composti organici volatili,...).

Nella variante 2, è presentato il caso di installazione di un impianto solare termico ad integrazione dell'impianto di riscaldamento esistente abbinato ad un impianto fotovoltaico. Mettendo a confronto i risultati ottenuti, si può notare come aumentano sia il costo per kg di CO₂ non più immesso in atmosfera sia la quantità di CO₂ emessa in atmosfera successivamente all'intervento. Seppur tale risultato è negativo, bisogna considerare altri aspetti quali l'economicità dell'intervento e la mancata emissione di polveri sottili (il combustibile fossile considerato è il gas naturale) ed altri composti inquinanti derivanti dalla combustione di combustibili solidi.

Per ovviare alle emissioni di particolati e altre sostanze inquinanti nell'atmosfera, è presentata nella variante 3 una soluzione che utilizza una pompa di calore per fornire energia termica alle utenze legate al riscaldamento dell'edificio. I vantaggi legati all'alta resa energetica delle pompe di calore fanno sì che tale opzione tecnologica risulta, tra quelle utilizzanti energia elettrica, la più conveniente. Nel caso presentato, la maggiorazione dei consumi elettrici dovuti alla presenza della pompa di calore è compensata dall'installazione di un impianto fotovoltaico di potenza adeguata a fornire l'energia elettrica necessaria a soddisfare sia le utenze elettriche esistenti che i nuovi consumi.

Dal confronto è possibile osservare che tale ultima variante è caratterizzata da una notevole riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera, seppur il costo per singola unità di CO₂ evitata risulta il più elevato. In aggiunta, il costo iniziale dell'investimento è considerevole, come elevato è anche il tempo di rientro dell'investimento. A vantaggio di tale soluzione tecnologica, però, è da considerare che è quella che consente il maggior risparmio in termini economici tra le soluzioni presentate.

In conclusione, si ritiene la tecnologia a biomassa solida una tecnologia, seppur economica, ad alto livello di impatto ambientale, mentre sono da preferire soluzioni che utilizzano l'integrazione al riscaldamento mediante impianti solari termici o, come soluzione tecnologica più efficiente, completa e affidabile, l'installazione di pompe di calore ad alta efficienza abbinate alla produzione da fonte rinnovabile in loco dell'energia elettrica necessaria al loro funzionamento mediante un impianto fotovoltaico.