

## SUPSI

Istituto sostenibilità applicata all'ambiente costruito

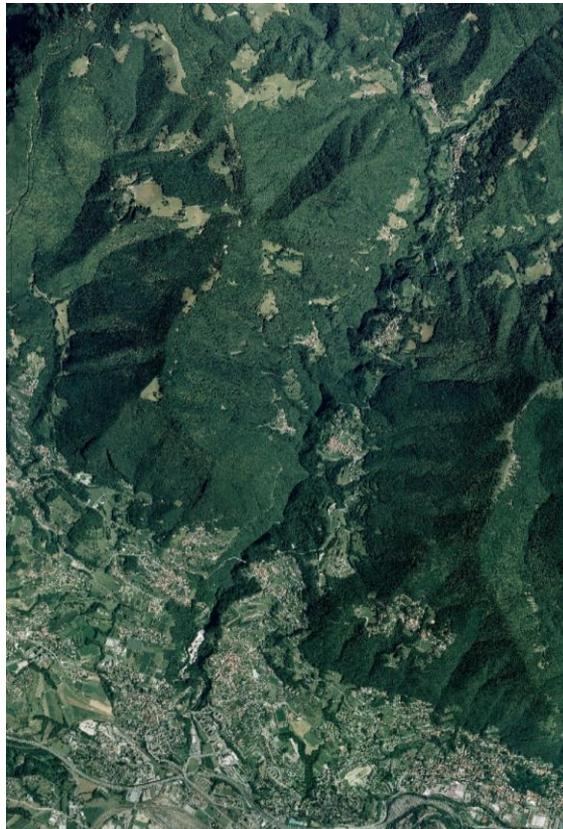
Campus Trevano, CH-6952 Canobbio  
T +41 (0)58 666 63 51, F +41 (0)58 666 63 49

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

---

OGGETTO	<b>PECo Generoso</b>
TITOLO	<b>Schede informative</b>

---



---

COMMITTENTE	Comuni di Breggia, Castel San Pietro, Morbio Inferiore e Vacallo
ESTENSORI DEL RAPPORTO	Francesca Cellina, Nerio Cereghetti, Giorgia Crivelli, Luca Pampuri
LUOGO E DATA	Trevano, 26.09.2014

## **Schede informative PECo Generoso**

**Scheda informativa 1 – Energia dal sole**

**Scheda informativa 2 – Recupero di calore e freddo dalle acque luride**

**Scheda informativa 3 – Legname da energia**

**Scheda informativa 4 – Scarti organici**

**Scheda informativa 5 – Calore ambientale**

**Scheda informativa 6 – Reti di teleriscaldamento**

**Scheda informativa 7 – Calore acqua potabile**

**Scheda informativa 8 – Elettricità da acqua potabile**

**Scheda informativa 9 – Calore residuo da processi produttivi**

## Scheda informativa

### Energia dal sole

Il sole costituisce una delle fonti rinnovabili più promettenti anche alle nostre latitudini. A livello europeo, la tecnologia ha conosciuto un forte sviluppo in Austria e Germania anche se queste due nazioni non godono di elevati quantitativi di radiazione incidente. Come mostrato in Figura 1, dal punto di vista della radiazione solare il Ticino è caratterizzato da condizioni migliori rispetto al nord delle alpi.

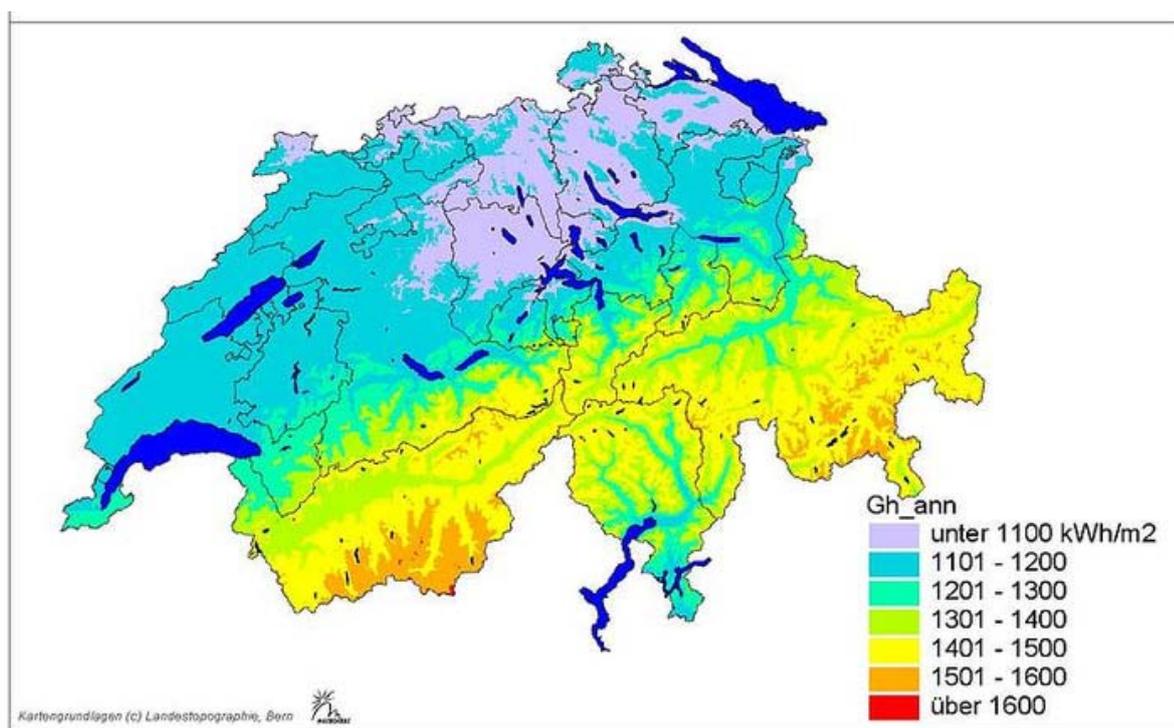


Figura 1: Radiazione solare in Svizzera [www.swissolar.ch].

Lo sfruttamento della radiazione solare può portare alla produzione di energia termica (solare termico) e di energia elettrica (solare fotovoltaico). Oltre che dalla radiazione solare, il rendimento degli impianti dipende anche dall'esposizione dei collettori rispettivamente dei moduli.

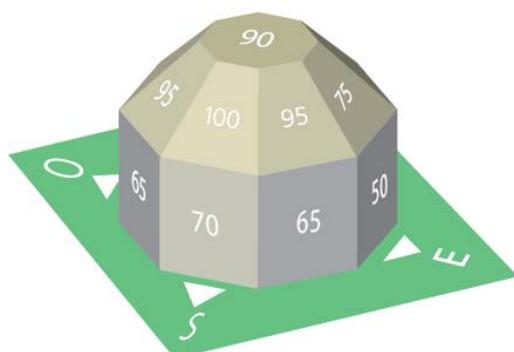


Figura 2: Rendimento di un impianto solare in base all'orientamento [SWISSOLAR].

## Solare termico

Gli impianti solari termici vengono utilizzati prevalentemente negli edifici sia per la produzione di acqua calda sanitaria sia eventualmente per fornire un supporto al riscaldamento. Queste installazioni sono da considerare integrative al generatore di calore principale: solo in questo modo può infatti essere garantito il comfort termico interno desiderato anche durante la stagione più fredda. Questa tecnologia ha comunque il vantaggio di poter essere abbinata a qualsiasi altro tipo di impianto (caldaia a nafta, legna e gas, pompe di calore, ecc.).

Il collettore solare (A) trasforma l'irraggiamento solare in calore e lo cede al liquido che gli fluisce attraverso. Il liquido riscaldato scorre nel circuito solare (B) sino all'accumulatore (C) dove, attraverso uno scambiatore, cede il calore all'acqua. Grazie alla pompa di circolazione (D), il fluido raffreddato viene poi ricondotto sul tetto, dove viene nuovamente riscaldato. Se l'apporto solare non è sufficiente, l'acqua nell'accumulatore viene riscaldata (anche) dall'impianto di riscaldamento principale (E). Questo aspetto viene regolato da una centralina elettronica collegata a differenti sonde di temperatura (esterna, interna all'accumulatore).

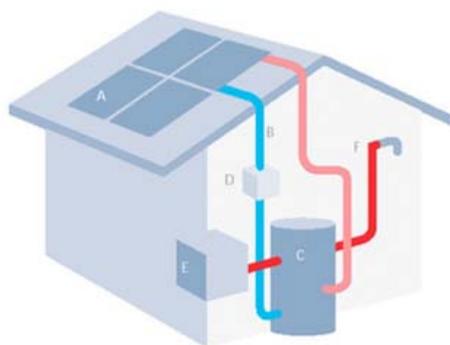


Figura 3: Schema di un impianto solare termico [SWISSOLAR].

Su base annua, un impianto solare termico correttamente dimensionato può arrivare a coprire circa il 70% del fabbisogno annuo di energia per la produzione di acqua calda sanitaria di un'economia domestica di quattro persone e fino al 40% del consumo di energia convenzionale per riscaldamento. Un impianto solare per la produzione di acqua calda sanitaria di un'economia domestica di quattro persone ha mediamente una superficie di circa 4-6 m<sup>2</sup>. Durante 25 anni di vita è in grado di fornire 60'000 kWh di energia termica e di evitare l'emissione di 25 tonnellate di CO<sub>2</sub> [SWISSOLAR, 2010].

Come indicato in Figura 2, la prestazione dell'impianto dipende dall'orientamento dei collettori. La collocazione ideale è su tetti orientati a sud, con una pendenza tra 40° (acqua calda sanitaria) e 60° (supporto al riscaldamento).

Questo non esclude tuttavia la possibilità di eseguire installazioni integrate in elementi costruttivi dell'edificio che non siano il tetto, come ad esempio quelle mostrate in Figura 4.



Figura 4: A sinistra, 14.4 m<sup>2</sup> di collettori solari integrati in facciata [SSES, Autore: Heizplan AG, 9450 Altstätten]. A destra, 61 m<sup>2</sup> di collettori solari integrati in facciata [SSES, Autore: Schibli Peter, Heizplan AG, 9473 Gams].

Il dimensionamento dell'impianto dipende dall'uso che si intende fare del calore prodotto. La Tabella 1, riferita alle abitazioni residenziali, indica alcuni dati tipici per impianti solari termici riferiti ad abitazioni monofamiliari.

Tabella 1: Caratteristiche e prestazioni degli impianti solari termici [fonte: "Dimensionnement d'installations à capteurs solaires", SvizzeraEnergia, 2001].

	Acqua calda sanitaria	Acqua calda sanitaria e supporto al riscaldamento <sup>1</sup>
Fabbisogno medio giornaliero	50 [l/persona] T = 55°C - 60°C	-
Superficie dei collettori piani		
<i>Piccoli impianti</i> <sup>2</sup>	1.0 – 1.5 [m <sup>2</sup> /persona]	0.5 – 1 [m <sup>2</sup> /MWh/a]
<i>Grandi impianti</i> <sup>3</sup>	0.5 – 1.0 [m <sup>2</sup> /persona]	0.4 – 0.6 [m <sup>2</sup> /MWh/a]
Volume accumulatore		
<i>Piccoli impianti</i> <sup>2</sup>	80 - 120 [l/persona]	60 – 100 [l/m <sup>2</sup> collettori]
<i>Grandi impianti</i> <sup>3</sup>	40 - 80 [l/persona]	30 – 60 [l/m <sup>2</sup> collettori]

<sup>1</sup> Questo indicatore si riferisce al fabbisogno di calore annuo dell'edificio.

<sup>2</sup> Numero di consumatori inferiore a 20 persone

<sup>3</sup> Numero di consumatori tra 20 e 100 persone

## Solare fotovoltaico

Gli impianti fotovoltaici sono costituiti da celle solari che, collegate in serie fra loro, vanno a formare il cosiddetto modulo fotovoltaico. Grazie ai semiconduttori dai quali sono composte, le celle permettono di produrre elettricità in corrente continua sfruttando l'irraggiamento del sole.

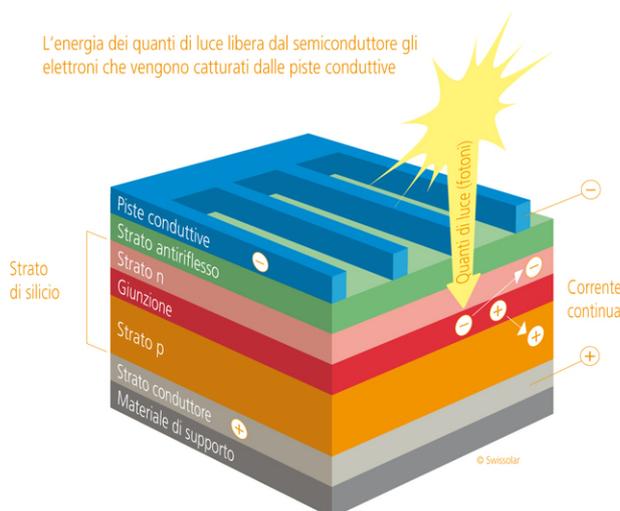


Figura 5: Schema di una cella solare [SWISSSOLAR].

Le celle sono generalmente prodotte con il silicio. A dipendenza della struttura di quest'ultimo è possibile distinguere tre tipologie di celle:

- silicio monocristallino, 14-17% di rendimento;
- silicio policristallino, 13-15% di rendimento;
- silicio amorfo, 5-7%.

La prestazione dell'impianto dipende dall'orientamento dei moduli. La collocazione ideale è su tetti orientati a sud, con una pendenza tra 30° e 60° [SWISSSOLAR, 2010].

In linea generale, per coprire il fabbisogno medio di energia elettrica di una famiglia di quattro persone (pari a circa 3'500 - 4'000 kWh/a) è necessario un impianto fotovoltaico con una superficie di circa 30 m<sup>2</sup>. Per moduli amorfi, caratterizzati da un rendimento di circa la metà, è necessario raddoppiare la superficie a parità di potenza installata.

Tabella 2: Alcuni dati di riferimento sui moduli in silicio cristallino (1'100 kWh per kWp installato)<sup>4</sup>.

Superficie [m <sup>2</sup> ]	Potenza installata [kW]	Copertura del fabbisogno elettrico medio di una famiglia [%]
8	1	28
14	1.75	50
28	3.5	100

<sup>4</sup> Questi dati sono indicativi, la tecnologia del fotovoltaico è in continuo sviluppo e sul mercato vengono proposti sistemi sempre più prestanti.

Gli impianti solari fotovoltaici hanno una durata di vita di almeno 30 anni e possono essere distinti in due differenti tipologie:

- Impianti in isola

Utilizzati in edifici non collegati alla rete elettrica (per esempio: capanne alpine). L'energia elettrica prodotta viene accumulata in batterie e utilizzata direttamente per soddisfare il fabbisogno di elettricità degli utenti dell'edificio. A meno che l'impianto non sia dotato di un ondulatore per trasformare la corrente da continua in alternata, è necessario utilizzare apparecchi e lampade speciali.

- Impianti in parallelo alla rete

Utilizzati in edifici collegati alla rete. La corrente continua prodotta dalle celle viene trasformata in corrente alternata (conforme alla rete) grazie all'ondulatore. Quando la produzione dell'impianto è insufficiente, l'utente può acquistare elettricità dalla rete, quando è in esubero invece immetterla.

## Scheda informativa

### Recupero di calore e freddo dalle acque luride

L'acqua che utilizziamo per lavare, pulire e fare il bagno o la doccia viene scaricata, ancora calda, nelle canalizzazioni. Il potenziale di calore residuo che scorre sotto i nostri piedi è enorme: in Svizzera un edificio su sei potrebbe essere riscaldato in questo modo<sup>1</sup>. In caso di grandi progetti o risanamenti, è quindi sempre importante verificare se nelle vicinanze è presente un collettore delle acque luride o un impianto di depurazione delle acque.

#### Concetto

In inverno le acque luride hanno una temperatura più elevata rispetto all'aria esterna, in estate più bassa. Questa differenza di temperatura può essere sfruttata per il riscaldamento rispettivamente il raffrescamento degli edifici.

La maggior parte di questi sistemi viene realizzata in abbinamento a una pompa di calore. Il calore viene recuperato grazie a uno speciale scambiatore di calore che può essere collocato sulla parte inferiore del canale, in un bypass parallelo al canale oppure ancora direttamente nel sistema di tubazioni dell'IDA. Oltre a recuperare il calore, lo scambiatore permette di mantenere separate le acque luride dal circuito del sistema di riscaldamento. Il calore viene infine portato alla termopompa attraverso delle semplici condotte. In estate il medesimo sistema può essere utilizzato per il raffrescamento degli edifici: la pompa di calore viene in questo caso utilizzata come macchina del freddo. Così facendo l'investimento diventa ancora più conveniente.

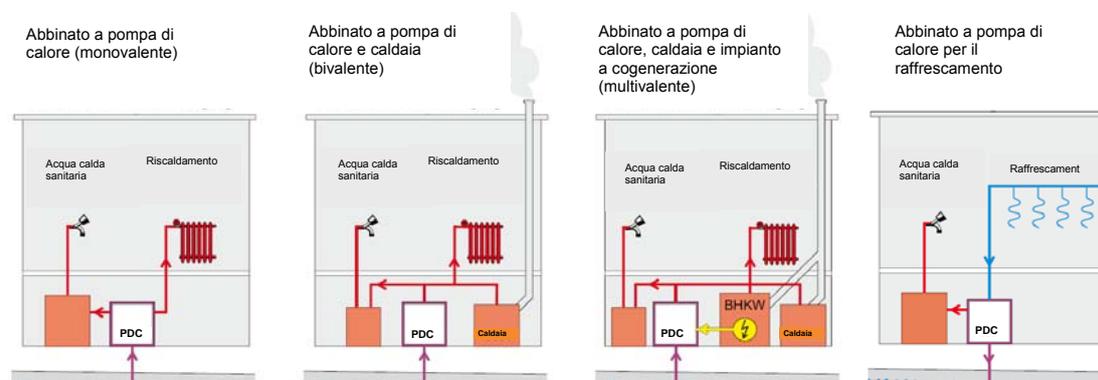


Figura 1: Possibilità di utilizzo del calore residuo delle acque luride in abbinamento a pompa di calore e altri sistemi di produzione di energia [Fonte: Heizen und kühlen mit Abwasser, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Bundesverband Wärmepumpe e.V., Institut Energie in Infrastrukturanlagen, 2009.

<sup>1</sup> Fonte: EuroHeat&Power 39. Jg (2010), Heft 7-8, S. 48-50

Il calore residuo delle acque luride può essere utilizzato sia per approvvigionare direttamente singoli edifici, sia per alimentare vere e proprie centrali termiche di quartiere collegate poi agli edifici attraverso una rete di teleriscaldamento.

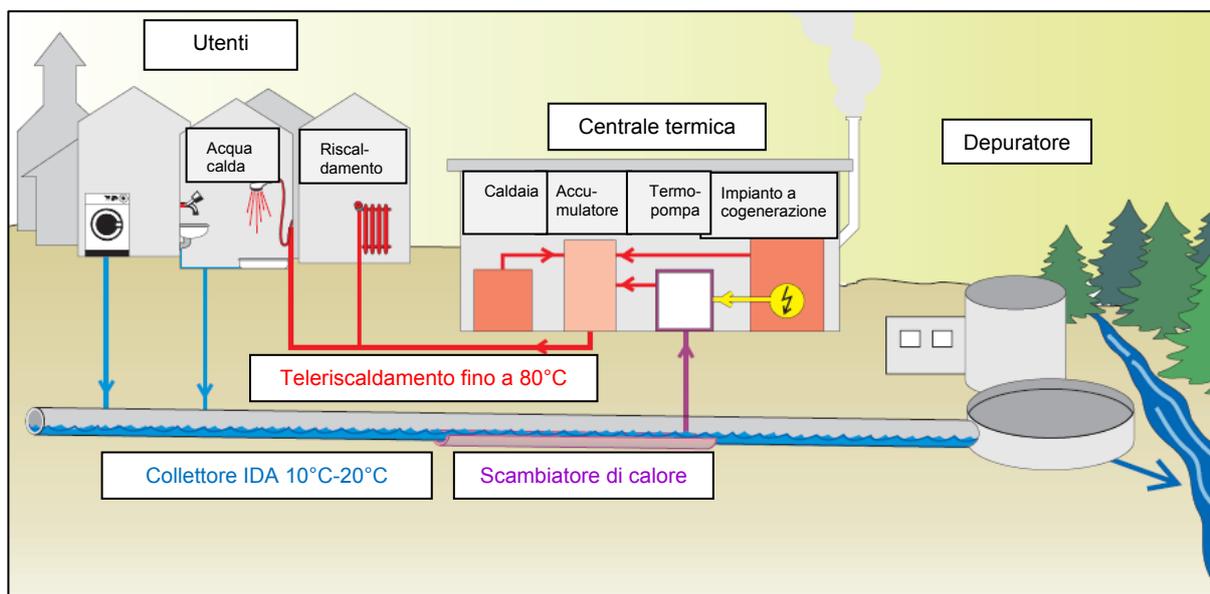


Figura 2 : Schema di funzionamento di un impianto che sfrutta il calore residuo delle acque luride [Fonte: Heizen und kühlen mit Abwasser, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Bundesverband Wärmepumpe e.V., Institut Energie in Infrastrukturanlagen, 2009].

In quest'ultimo caso l'impianto viene generalmente completato con una caldaia di supporto. Se la zona è approvvigionata con gas è possibile utilizzare direttamente il biogas prodotto dall'IDA abbinandolo ad un impianto a cogenerazione. In questo caso l'elettricità prodotta da quest'ultimo viene idealmente utilizzata per il funzionamento della pompa di calore e il calore residuo per riscaldare ulteriormente l'acqua.

## Aspetti ecologici

I vantaggi derivanti dall'impiego di questa tecnologia sono chiari: se paragonato all'utilizzo di energie fossili, il recupero di calore residuo dalle acque luride permette di ridurre il fabbisogno di energia primaria e, di conseguenza, l'impatto ambientale.

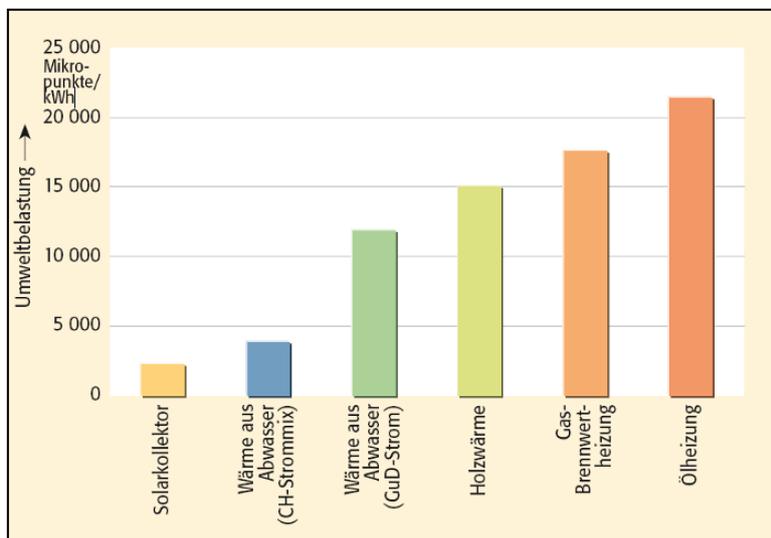


Figura 3 : Impatto ambientale di differenti sistemi di riscaldamento a Zurigo, 2005 [Fonte: SvizzeraEnergia per le infrastrutture].

Le pompe di calore sono inoltre in grado di sfruttare un'elevata quota di calore ambientale e hanno pertanto un minore impatto ambientale rispetto ai tradizionali sistemi di riscaldamento. L'approvvigionamento con elettricità garantisce una quota di utilizzo di energie rinnovabili maggiore rispetto ai tradizionali impianti alimentati con vettori energetici fossili.

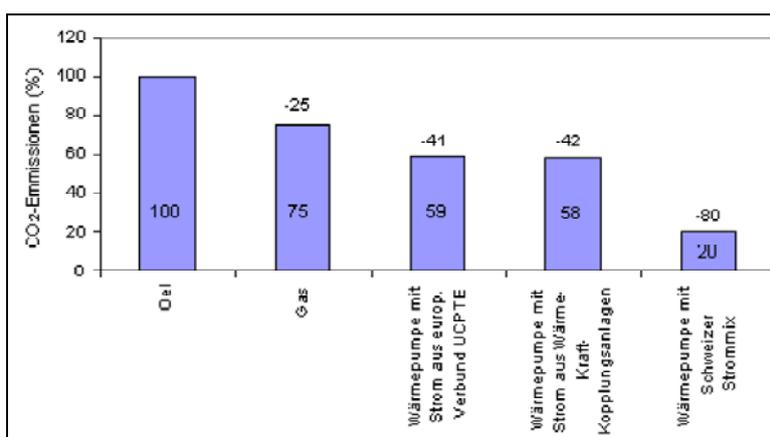


Figura 4 : Emissioni di CO<sub>2</sub> di differenti impianti in riferimento a una caldaia a nafta tradizionale [Wärmenutzung aus Abwasserkanälen, Müller et al.].

La quantità di energia di utilizzo prodotta (calore per riscaldamento e acqua calda) con questa tipologia di sistema è quindi nettamente maggiore rispetto alla quantità di energia primaria (carbone, gas, ...) utilizzata per produrre l'elettricità necessaria al funzionamento della pompa di calore<sup>2</sup>.

### **Effetto del recupero di calore sulla temperatura delle acque luride**

La sottrazione di temperatura dalle acque luride ( $\Delta T$ , K) dipende dalla quantità di calore prelevata ( $W_A$ , kW), dal loro flusso ( $Q$ , l/s), dalla densità dell'acqua ( $\rho$ , kg/l), il calore specifico dell'acqua ( $c$ , kJ/kgK). Di regola vale la regola che maggiore è il flusso di acqua minore è la sottrazione di temperatura necessaria per prelevare la quantità di calore necessaria.

A condizioni di temperatura fra 0-20°C si può partire dalle ipotesi che:

$$\Delta T = \frac{W_A}{\rho * c * Q}$$

- il calore specifico dell'acqua è pari a 4,19 kJ/kgK;
- densità dell'acqua 1 kg/l

Considerando un collettore in cui il flusso delle acque luride  $Q$  è pari a 15 l/s e un  $W_A$  corrispondente a 100 kW, si avrà una riduzione della temperatura pari a 1.6 K. Con un flusso pari a 150 l/s e un  $W_A$  di 300 kW, la riduzione ammonta a soli 0.5 K. Questi esempi dimostrano che per grandi flussi è possibile sottrarre grandi quantità di calore con una ridotta diminuzione della temperatura delle acque.

---

<sup>2</sup> [Fonte: Heizen und kühlen mit Abwasser, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Bundesverband Wärmepumpe e.V., Institut Energie in Infrastrukturanlagen, 2009]

## Effetto del recupero di calore dai collettori delle acque luride sull'IDA

In un IDA sono molteplici i processi svolti per la depurazione delle acque in entrata. La figura successiva mostra, quale esempio ticinese più completo, il depuratore di Lugano (localizzato sul territorio di Bioggio) con le differenti fasi per il trattamento delle acque luride.

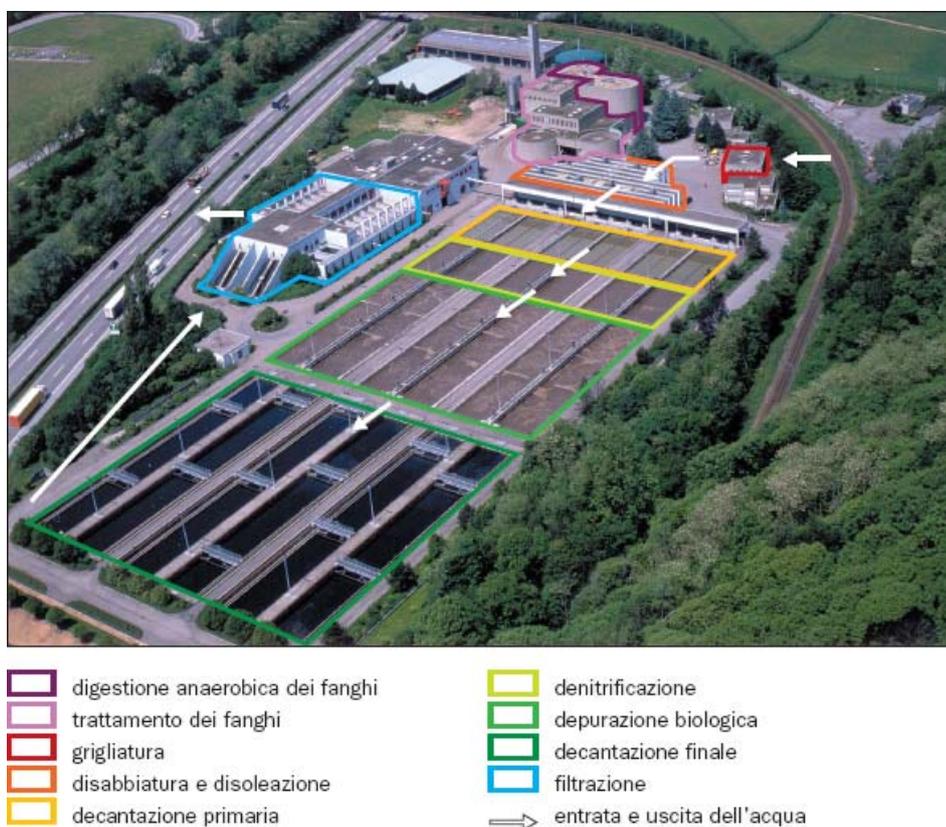


Figura 5 : Fasi di depurazione dell'impianto di Lugano, situato sul territorio di Bioggio [fonte: "L'ambiente in Ticino", SPAAS, 2003].

Le fasi della depurazione:

### 1. Depurazione meccanica

Le acque di scarico vengono fatte scorrere attraverso delle griglie, che permettono di separare il materiale più grezzo, quale ad esempio legni, sassi e materiali filamentosi (grigliatura). Un processo analogo viene poi ripetuto per separare particelle di dimensioni inferiori, grassi e olii che galleggiano in superficie (disoleazione) e la sabbia depositata sul fondo (disabbatura). I materiali trattenuti dalle griglie e la sabbia finiscono in discarica mentre i grassi e gli olii vengono trattati insieme ai fanghi di depurazione (> capitolo 12.8, pag. 378). Tramite la decantazione primaria vengono eliminate altre parti solide come feci, carta, resti alimentari.

### 2. Depurazione biologica

La depurazione biologica permette di eliminare i composti solidi e disciolti di carbonio ancora contenuti nelle acque. In un bacino ossigenato, batteri e altri microorganismi assimilano e decompongono le sostanze organiche formando dei fiocchi mentre grazie a un'adeguata ossigenazione l'ammonio viene trasformato in nitrato (nitrificazione: ossidazione aerobica microbiologica dell'ammonio  $\text{NH}_4$  in nitrato  $\text{NO}_3$ ). I nitrati vengono in

seguito eliminati grazie a un processo di denitrificazione (riduzione microbiologica anaerobica del nitrato  $\text{NO}_3$  nel prodotto intermedio nitrito  $\text{NO}_2$  e infine in azoto gassoso  $\text{N}_2$ ). Per eliminare i fosfati, nel medesimo bacino vengono aggiunti dei sali in grado di trasformare il fosforo disciolto in elementi solidi (defosfatazione). I fiocchi e il fosforo particellato vengono fatti precipitare sul fondo durante la decantazione finale.

### 3. Filtrazione

La filtrazione permette di depurare l'acqua dagli ultimi fiocchi residui di piccole dimensioni. Una volta ultimata l'acqua viene immessa in un fiume, riale o lago.

Non tutti gli impianti di depurazione svolgono la totalità delle fasi sopra descritte, la tabella sottostante consiste in un elenco di tutti gli IDA presenti in Ticino e dei processi di depurazione che vi vengono svolti.

Nome impianto	Ricettore	Capacità idraulica (AE)	Trattamento						P tot (t/a)		BOD <sub>5</sub> (t/a)	
			M	B	P	N	D	F	entrata	uscita	entrata	uscita
Lugano	Veduggio	160000	X	X	X	X	X	X	88.1	1.8	2503.0	83.9
Foce Maggia	Verbano	67500	X	X	X				24.3	5.8	1110.0	47.0
Bellinzona	Ticino	80000	X	X	X				37.3	5.4	1707.5	72.3
Foce Ticino	Ticino	31100	X	X	X				12.1	2.0	497.0	38.7
Mendrisio	Lavaggio	27000	X	X	X				20.8	1.0	906.5	43.7
Chiasso	Dreggia	27000	X	X	X				23.9	3.5	785.1	83.3
Diasca	Ticino	24000	X	X	X				7.8	0.4	252.0	10.7
Magliasina	Tresa	15000	X	X	X				6.8	0.7	282.9	15.6
Briassago	Verbano	6800	X	X	X				2.8	0.3	97.6	5.4
Pian Scairolo	Scairolo	12000	X	X	X				9.5	0.9	334.0	19.4
Medio Cassarate	Cassarate	12000	X	X	X			X	5.3	0.5	240.9	13.0
Airolo	Ticino	4000	X	X					3.0	1.7	65.7	3.9
Quinto	Ticino	2900	X	X	X	X	X		0.6	0.4	21.9	3.1
Curio Nevaggio	Magliasina	2500	X	X	X				0.7	0.4	44.5	2.3
Biosone	Ceresio	2500	X	X	X				0.6	0.2	43.8	3.0
Morcote	Ceresio	2000	X	X	X				0.8	0.2	32.9	1.5
Clivone	Ticino	1500	X	X	X				0.6	0.4	17.5	1.5
Campello Carli	Ticino	1500	X	X					0.1	0.1	8.8	0.9
Isone	Veduggio	1250	X	X	X				0.8	0.1	17.8	2.0
Meride	Gaggio	800	X	X					0.2	0.0	17.5	0.5
Loio	Isorno	500	X	X					0.3	0.2	11.0	1.1
Medaglia	Veduggio	350	X	X					0.2	0.1	6.7	1.6
Morgoseia	Verzasca	300	X	X	X				0.1	0.1	4.8	0.2
Somo	Maggia	300	X	X					0.1	0.1	6.6	0.2
Broglio	Maggia	150	X	X					0.0	0.0	2.2	0.2
Auresio	Isorno	150	X	X					0.0	0.0	2.2	0.2
Mosogno	Isorno	150	X	X					0.0	0.0	2.2	0.2
Altanca	Ticino	50	X	X					0.0	0.0	1.1	0.1

AE: abitanti equivalenti; M: depurazione meccanica; B: depurazione biologica; P: defosfatazione; N: nitrificazione; D: denitrificazione; F: filtrazione; P tot: fosforo totale; BOD<sub>5</sub>: domanda biochimica d'ossigeno.

Figura 6 : Lista degli impianti di depurazione, 1999 [fonte: "L'ambiente in Ticino", SPAAS, 2003].

I processi di depurazione maggiormente influenzati da un cambiamento della temperatura delle acque luride sono la nitrificazione e la denitrificazione. Il rendimento dell'eliminazione dell'azoto si riduce infatti con il raffreddamento dell'acqua, poiché la velocità di riproduzione dei microorganismi diminuisce. Per valutare l'effetto della diminuzione della temperatura delle acque luride sui processi di depurazione biologica è necessario effettuare uno studio approfondito e una simulazione appropriata.

## Criteri

Per valutare l'applicabilità di un sistema di recupero di calore dalle acque luride in un determinato contesto, devono essere presi in considerazione diversi criteri concernenti da un lato l'edificato, dall'altro il collettore delle acque luride. Questi criteri sono riassunti nella tabella successiva.

Tabella 1 : Criteri tecnici per verificare l'applicabilità di un sistema di recupero di calore dalle acque luride<sup>3</sup>  
[Fonti: Heizen und kühlen mit Abwasser; Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Bundesverband Wärmepumpe e.V., Institut Energie in Infrastrukturanlagen, 2009; SvizzeraEnergia per le infrastrutture, Wärmegewinnung aus Abwasser, Müller, 2009; Wärmenutzung aus Abwasser, UFE, 2004].

Criterio generico	Descrizione	
Fabbisogno annuo di calore	Questa tipologia di sistema può essere sfruttata al meglio se vi è un fabbisogno di calore su tutto l'anno, che richiede lunghi periodi di funzionamento delle pompe di calore (ad esempio: riscaldamento e acqua calda).	
Reti di teleriscaldamento	V. Scheda informativa "Reti di teleriscaldamento".	
Acque luride dall'industria	Le acque luride provenienti dalle industrie sono generalmente caratterizzate da una temperatura maggiore rispetto a quelle comunali e sono pertanto ancora più adatte all'abbinamento a pompa di calore.	
Criterio tecnico	Descrizione	Indicatore
Tipologia di edificio	Sono adatti grandi edifici, quali ad esempio case plurifamiliari, complessi residenziali, edifici amministrativi, impianti sportivi, piscine, edifici industriali e artigianali.	Fabbisogno di potenza: min. 100 kW-200 kW
Temperatura di mandata	Minore è la temperatura necessaria per il riscaldamento degli edifici, maggiore è l'efficienza delle pompe di calore. Particolarmente ideali sono quindi gli edifici di nuova costruzione, caratterizzati da un basso fabbisogno di energia. Questa tipologia di impianto non è quindi adatta all'applicazione nei processi industriali, che richiedono elevate temperature.	Temperatura di mandata max.: 40°C – 50°C
Portata minima del collettore	Il recupero di calore dai collettori delle acque luride è conveniente a partire da una determinata portata.	Portata minima tempo secco: 15 l/s
Diametro del collettore	Gli interventi sul collettore delle acque luride sono di più facile realizzazione se il diametro di quest'ultimo è elevato.	Diametro minimo: 0.80 m
Temperatura acque luride	Un'elevata temperatura delle acque luride permette un maggiore recupero di calore residuo.	T di ritorno media dopo l'approvvigionamento di calore > 10°C
Bacino di utenza	Lo sfruttamento del calore residuo dalle canalizzazioni è sensato a partire da un certo numero di utenti delle condotte fognarie.	Bacino di utenza: 5'000-10'000 abitanti
Vicinanza al collettore IDA	Più l'edificio è vicino al collettore meglio è. A dipendenza del fabbisogno di energia, è tuttavia possibile avere distanze da centinaia di metri sino a qualche chilometro.	Distanza calore: 200 m raffrescamento: 1 km

Nell'eventualità di nuove realizzazioni rispettivamente di nuovi costruiti in zone non ancora edificate, la pompa di calore può essere più facilmente integrata nella centrale termica rispettivamente i costi per la posa delle condotte possono essere svolti nell'ambito dei già previsti lavori di scavo e canalizzazione dell'area, permettendo una notevole riduzione dei costi. Il medesimo principio vale anche nell'eventualità in cui sia già previsto un risanamento del collettore delle acque luride.

<sup>3</sup> I criteri sono indicatori di primo riferimento, ogni caso deve essere valutato dettagliatamente con uno studio di fattibilità.

## Scheda informativa

### Legname da energia

#### Concetto

L'utilizzo della legna a fini di produzione di energia termica è di grande interesse in una prospettiva di conversione del sistema energetico e di abbandono delle fonti fossili. Il ciclo della biomassa è infatti neutrale dal punto di vista delle emissioni di CO<sub>2</sub>: quando un albero muore, durante la decomposizione rilascia la medesima quantità di anidride carbonica assimilata nel corso della sua vita (cfr. Figura 1). Il medesimo principio è valido anche durante la combustione: l'utilizzo di legname da ardere a fini energetici presenta pertanto un bilancio delle emissioni di CO<sub>2</sub> pari a zero.

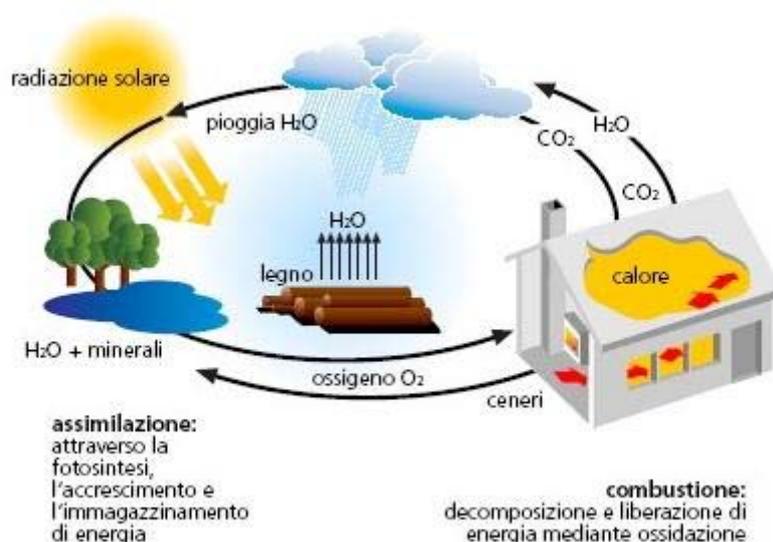


Figura 1: Il ciclo della biomassa [Fonte: Legno, energia locale, Provincia autonoma di Bolzano Alto Adige, 2005]

La Svizzera ha grande disponibilità della risorsa legname: circa il 30% della sua superficie (12'340 km<sup>2</sup>) è infatti coperta da foreste [Fonte: Inventario Forestale Nazionale].

## Vantaggi<sup>1</sup>

L'utilizzo di legname indigeno a scopi energetici e la conseguente gestione dei boschi presenta differenti vantaggi sia dal punto di vista ambientale sia da quello socio-economico.

### Vantaggi ambientali

- la legna è un vettore energetico rinnovabile: un utilizzo sostenibile di questa risorsa (tenendo quindi in considerazione la capacità rigenerativa dei boschi), garantisce la sua inesauribilità;
- l'energia grigia<sup>2</sup> contenuta nella legna è inferiore sino a quasi il 90% rispetto a quella contenuta nei combustibili fossili;

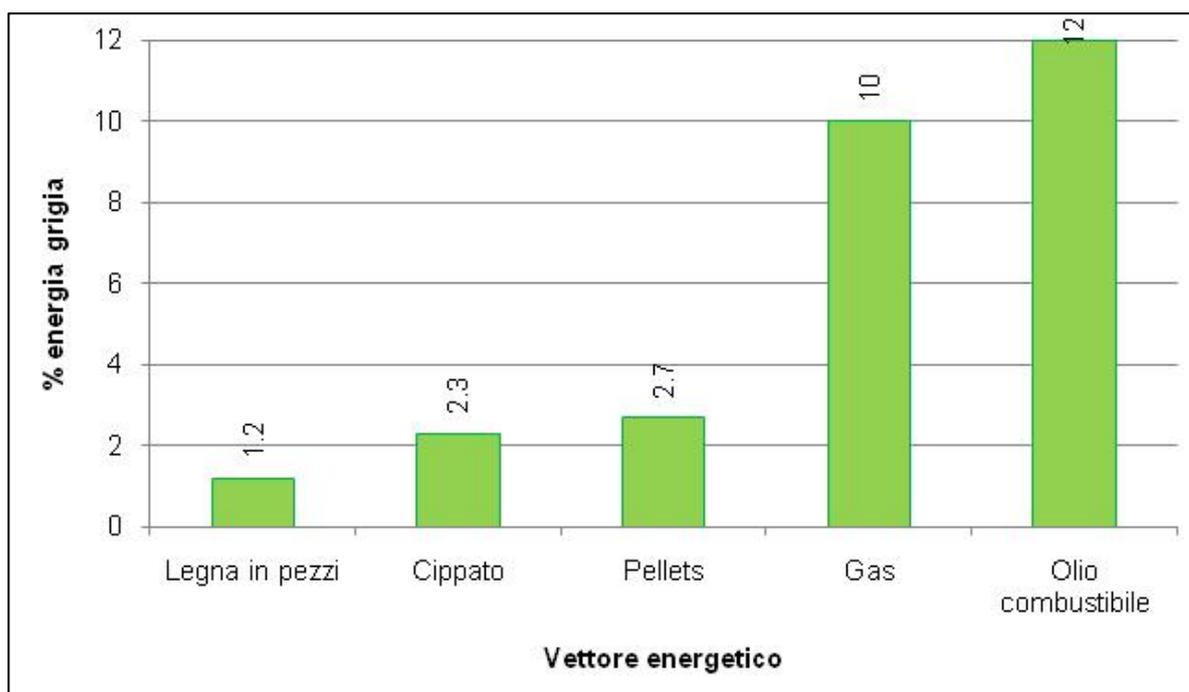


Figura 2: Quota di energia grigia rispetto all'energia fornita di differenti combustibili [Fonte dati: Energia Legno Svizzera].

- l'utilizzo di legname a scopo energetico dà un contributo positivo alla politica climatica svizzera, poiché è neutrale dal punto di vista delle emissioni di CO<sub>2</sub>;
- l'impiego di legname indigeno consente di diminuire i costi e l'impatto ambientale dovuto al trasporto della risorsa energetica;
- rispetto ai combustibili fossili, il legname indigeno è una risorsa energetica a basso rischio (trasporti brevi e senza pericoli, preparazione e stoccaggio senza rischi);
- la gestione dei boschi contribuisce alla salvaguardia della biodiversità e garantisce la funzionalità degli ecosistemi boschivi locali;
- l'utilizzo della legna a scopi energetici contribuisce anche alla protezione del paesaggio, la gestione dei boschi di protezione<sup>3</sup> è infatti obbligatoria e lo sfruttamento del loro legname comporta la loro valorizzazione.

<sup>1</sup> Fonti: Energia Legno Svizzera, AELSI.

<sup>2</sup> Consiste nell'energia nascosta in un prodotto (anche energetico), necessaria per estrazione, lavorazione, trasformazione, imballaggio, trasporto, distribuzione, utilizzo e smaltimento.

### Vantaggi socio-economici

- la cura e gestione dei boschi favorisce la fruizione di queste zone a scopo di svago da parte della popolazione;
- lo sfruttamento di legname quale vettore energetico sostiene l'economia forestale, contribuendo al mantenimento di posti di lavoro;
- lo sfruttamento di risorse indigene può portare alla creazione di nuovi posti di lavoro (ad esempio nell'ambito di una filiera legna-energia) e contribuire al benessere economico locale;
- l'utilizzo di legname indigeno quale vettore energetico permette all'utente di essere indipendente dall'estero dal punto di vista dell'approvvigionamento energetico e meno soggetto quindi alle fluttuazioni dei prezzi dovute a fattori sovraordinati (conflitti, accordi politici ecc.);
- la cenere risultante dalla combustione ottimale di legna allo stato naturale (circa 1% de peso) è composta essenzialmente da ossidi di calcio, silicio, potassio e magnesio e può essere utilizzata come fertilizzante.

### **Polveri fini**

In base alla revisione dell'Ordinanza federale contro l'inquinamento atmosferico (OIA), a partire dal 01.01.2008 i nuovi sistemi di riscaldamento a legna possono essere messi in commercio unicamente se dispongono di una dichiarazione di conformità che garantisce il rispetto delle norme riguardanti le emissioni in atmosfera. Gli impianti di grande potenza devono inoltre essere dotati di filtri omologati.

La tematica delle polveri fini è quindi un problema che riguarda prevalentemente piccoli impianti già esistenti e ormai obsoleti rispettivamente impianti gestiti in modo scorretto<sup>4</sup>. La sostituzione di impianti tecnologicamente superati e problematici con nuovi sistemi tecnicamente all'avanguardia è quindi assolutamente sensata dal punto di vista della qualità dell'aria.

### **Legname da energia in Ticino**

In virtù dell'elevato potere calorifico delle essenze che lo compongono, la funzione svolta dal bosco ticinese in passato è stata molto importante. Le vallate prealpine, ricche di boschi, hanno fornito il combustibile che ha mosso la rivoluzione industriale della vicina Pianura Padana. L'avvento del petrolio dopo la seconda guerra mondiale ha avuto un effetto nefasto sull'industria del legno che è entrata in una crisi dalla quale solo ultimamente si sta risolvendo. Dal 1990 l'energia dal legno sta infatti riconquistando importanti fette di mercato, nonostante le difficili condizioni congiunturali e un mercato dell'energia fortemente conteso. Un particolare incremento è stato registrato per quanto concerne i riscaldamenti a cippato e pellets. In Ticino questa risorsa è teoricamente disponibile in quantità elevate: la superficie boschiva cantonale corrisponde a circa 125'000 ha.

---

<sup>3</sup> I boschi di protezione hanno un importante ruolo nell'ambito della tutela del territorio a fronte dei rischi naturali (frane, slavine ecc.).

<sup>4</sup> Energia Legno Svizzera ha creato un marchio di qualità per i riscaldamenti a legna e da importanti indicazioni sulla loro corretta gestione [[www.energia-legno.ch](http://www.energia-legno.ch)].

La quantità teoricamente utilizzabile a scopo energetico grazie ad una gestione sostenibile e tenendo in considerazione i fattori di influenza (accessibilità, distanza di esbosco, trasporto ecc.) è pari a circa 110'000-120'000 m<sup>3</sup>/a. Nel 2007 in Ticino venivano utilizzati 28'279 m<sup>3</sup> di legname a scopo energetico, circa il 26% del potenziale (cfr: Figura 3).

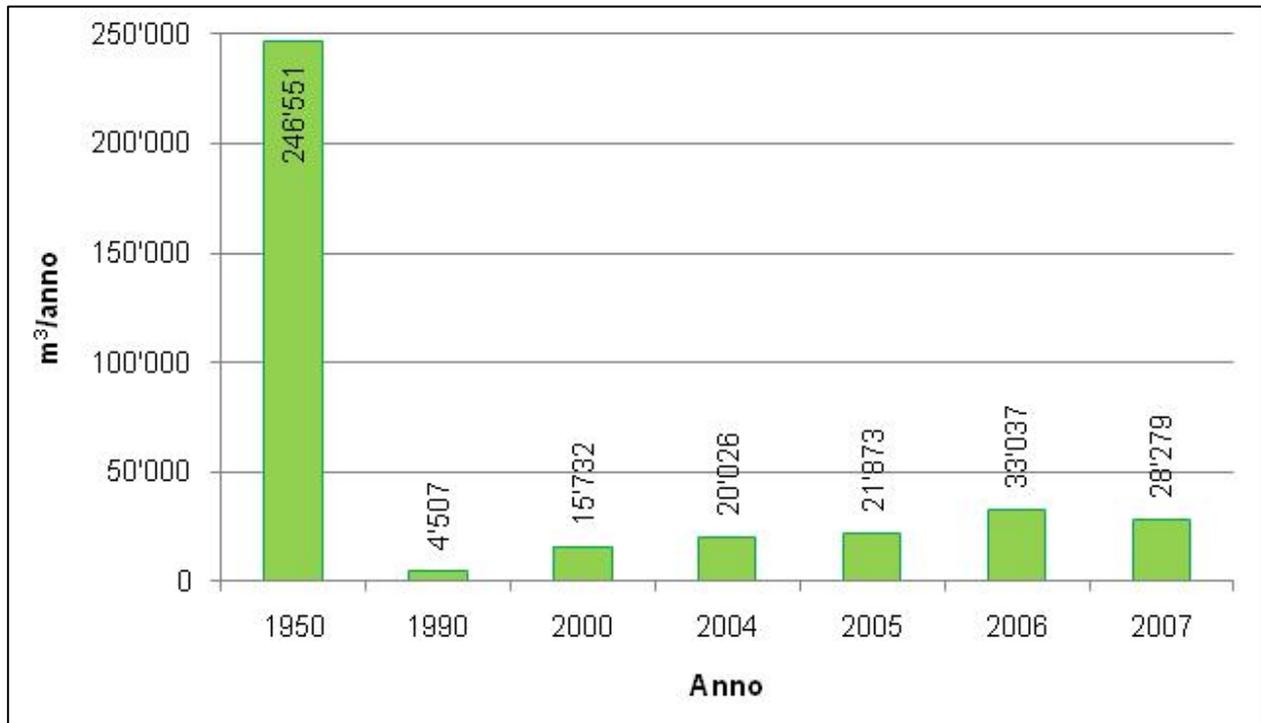


Figura 3: Evoluzione vendita legname da ardere da boschi pubblici in Ticino [Fonte dati: Sezione forestale del Cantone Ticino].

Il legname da energia può presentarsi in diverse forme e con differenti caratteristiche. Queste sono brevemente descritte in Tabella 1.

In Tabella 2 sono invece riportate le equivalenze energetiche fra le diverse forme di legna da energia e altri vettori energetici.

Tabella 1: Tipologie di legname da energia e caratteristiche principali [Fonti: “Vademecum Energia dal legno”, Energia Legno Svizzera, 2008; Energia Legno Svizzera, AELSI].

	<b>Legna in pezzi</b>	<b>Cippato (truciolato)</b>	<b>Pellets</b>
<b>Materia prima</b>	Legname allo stato naturale.	Legname allo stato naturale, scarti di lavorazione delle segherie <sup>5</sup> , residui di potature boschive e ramaglie.	Scarti di lavorazione delle segherie <sup>6</sup> (segatura, truciolato da piallatura).
<b>Lavorazione</b>	I tronchi vengono segati e spaccati nella forma desiderata, la legna viene poi depositata lungo le strade forestali (coperta da un telo) o in un deposito per la stagionatura e fornita in seguito agli acquirenti (la lavorazione è possibile sia a mano sia con l'ausilio di macchinari).	Sminuzzamento.	Pressatura per attivare le sostanze leganti naturalmente contenute nel legno.
<b>Forma e dimensioni</b>	Fascine da 70-100 cm di lunghezza, squarconi da 100 cm o ciocchi da 50, 33 o 25 cm di lunghezza, bricchette fino a 50 cm di lunghezza. 	Truciolato. 	Cilindri con diametro di 5-7 mm e lunghezza di 10-50 mm. 
<b>Potere calorifico inferiore<sup>7</sup> (Hu)</b>	2-4 kWh/kg.	350-800 kWh/m <sup>3</sup> T <sup>8</sup> .	Ca. 5 kWh/kg.
<b>Fornitura diretta</b>	La legna fresca viene tagliata e trasportata direttamente all'acquirente.	La legna viene sminuzzata quando si trova ancora nel bosco e trasportata direttamente all'acquirente (cippato umido).	-
<b>Fornitura indiretta</b>	La legna viene tagliata e stoccata per 1-2 anni (legna secca).	La legna sminuzzata viene conservata in un deposito, questa opzione viene scelta in caso di particolari necessità di garanzia di approvvigionamento (esempio: bosco non sempre facilmente accessibile), durante lo stoccaggio avviene anche l'essiccazione (cippato secco).	Vendita del prodotto in sacchi da 15-25 kg, in cosiddetti big bag da 500-1'000 kg o approvvigionamento con camion e sistema di pompaggio nel silo (possibile sino a 20 m in verticale e 40 m in orizzontale).
<b>Contenuto di acqua</b>	Legna fresca > 50%. Legna secca > 15-25%.	Cippato umido > 40-50%. Cippato secco > 18-24%.	8-10%.
<b>Utilizzo più diffuso</b>	Impianti di piccola e media potenza a carica manuale.	Impianti di grande potenza a carica automatica, spesso associati a reti di teleriscaldamento o impianti per singoli edifici.	Impianti di piccola potenza a carica automatica in edifici monofamiliari a basso fabbisogno energetico.

<sup>5</sup> Esclusi scarti con vernici, lacche ecc. rispettivamente trattati con sostanze chimiche.

<sup>6</sup> Esclusi scarti con vernici, lacche ecc. rispettivamente trattati con sostanze chimiche.

<sup>7</sup> Esprime la quantità massima di calore che si può ottenere dalla combustione di 1 kg di legna, sottratto il calore investito per l'eventuale evaporazione dell'acqua: maggiore è il volume di acqua contenuto nella legna, minore è il potere calorifico inferiore.

<sup>8</sup> m<sup>3</sup>T : m<sup>3</sup> cippato.

Tabella 2: Equivalenze energetiche fra diverse forme di legname da energia e altri vettori energetici [Fonte: AELSI].

	<b>Olio combust.</b>	<b>Gas naturale</b>	<b>Elettricità</b>	<b>Legna in pezzi</b>	<b>Pellets</b>	<b>Cippato</b>
<b>Quantità →</b>	100 l	100 m <sup>3</sup>	1'000 kWh	1 stero <sup>9</sup>	1 m <sup>3</sup> (650 kg)	1 m <sup>3</sup> T
<b>Equivalenza ↓</b>						
<b>Olio combustibile</b>	100 l	104 l	100 l	200 l	325 l	100 l
<b>Gas naturale</b>	96 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>	96 m <sup>3</sup>	192 m <sup>3</sup>	312 m <sup>3</sup>	96 m <sup>3</sup>
<b>Elettricità</b>	1'000 kWh	1'040 kWh	1'000 kWh	2'000 kWh	3'250 kWh	1'000 kWh
<b>Legna in pezzi</b>	0.50 steri	0.52 steri	0.50 steri	1 stero	1.60 steri	0.50 steri
<b>Pellets</b>	0.30 m <sup>3</sup> (200 kg)	0.32 m <sup>3</sup> (208 kg)	0.30 m <sup>3</sup> (200 kg)	0.60 m <sup>3</sup> (400 kg)	1 m <sup>3</sup> (650 kg)	0.30 m <sup>3</sup> (200 kg)
<b>Cippato</b>	1.0 m <sup>3</sup> T	1.1 m <sup>3</sup> T	1.0 m <sup>3</sup> T	2.0 m <sup>3</sup> T	3.3 m <sup>3</sup> T	1 m <sup>3</sup> T

## Tipologie di impianto a legna

### Riscaldamenti per singoli locali o più locali

Gli impianti appartenenti a questa categoria hanno una potenza variabile, a dipendenza della tipologia, tra 1 e 15 kW. Questi sono a carica manuale e riscaldano attraverso irraggiamento, convezione o accumulazione per una durata limitata di tempo (ca. 2-8 h):

- piccola stufa ad accumulazione;
- stufa-caminetto;
- caminetto chiuso;
- stufa ad accumulazione;
- stufa a pellets;
- termocucina.

### Riscaldamenti centrali

Gli impianti centrali sono per definizione collegati a un sistema idraulico di distribuzione del calore. La loro potenza può variare da 2 kW (ad esempio in edifici monofamiliari a basso fabbisogno energetico) sino a 500 kW o più (centrali termiche a cippato con rete di teleriscaldamento). Appartengono a questa categoria:

- caldaia per legna in pezzi;
- caldaia a pellets (regolabile a partire da 3 kW);
- caldaia a cippato (regolabile a partire da 5 kW);
- centrale di quartiere collegata a rete di teleriscaldamento.

<sup>9</sup> Equivale a una catasta di legna in pezzi di 1m x 1m x 1m (inclusi gli spazi), qui costituita da faggio secco.

### Impianti a cogenerazione

Cogenerazione significa produzione simultanea di calore ed elettricità. Questo tipo di impianto se alimentato a biomassa è vantaggioso solo a partire da potenze termiche molto elevate. Ad esempio, per la centrale a cogenerazione di Tirano (Valtellina), la potenza totale delle tre caldaie alimentate a biomassa è pari a 20 MW, mentre la potenza elettrica nominale è di circa 1 MW. L'impianto produce circa 7'500 MWh/anno di elettricità e 33'000 MWh/anno di energia termica, distribuita mediante una rete di teleriscaldamento con una estensione di 21 km, e consuma circa 25'000 m<sup>3</sup> di biomassa all'anno.

## Scheda informativa

### Scarti organici

#### Concetto

Negli ultimi anni la produzione di rifiuti organici in Cantone Ticino ha raggiunto quantitativi piuttosto importanti (237'000 t nel 2008). Questi sono in gran parte costituiti da deiezioni animali (71%), che vengono in genere utilizzate direttamente per la concimazione. Le sostanze classificabili come "scarti organici" possono essere articolate nelle seguenti categorie<sup>1</sup>:

- scarti vegetali
- letame e colaticcio
- scarti animali
- oli e grassi
- scarti di cucina, industria e commercio
- legno allo stato naturale<sup>2</sup>.

In natura non esiste il concetto di "rifiuto" o "scarto", ogni elemento è parte di un ciclo infinito che comporta la continua trasformazione di materia in energia e viceversa. Escrementi, foglie, cadaveri di animali ecc. rappresentano un importante tassello di questo ciclo: nell'ambito del processo di decomposizione<sup>3</sup> essi tornano infatti alla natura sotto forma di materia prima ed elementi nutritivi solidi, liquidi e gassosi (biogas). Il gas spontaneamente prodotto durante il processo di decomposizione è neutrale dal punto di vista delle emissioni di CO<sub>2</sub> (cfr. Scheda informativa Legname da energia) e può essere utilizzato a fini energetici (se debitamente purificato anche quale carburante per i veicoli).

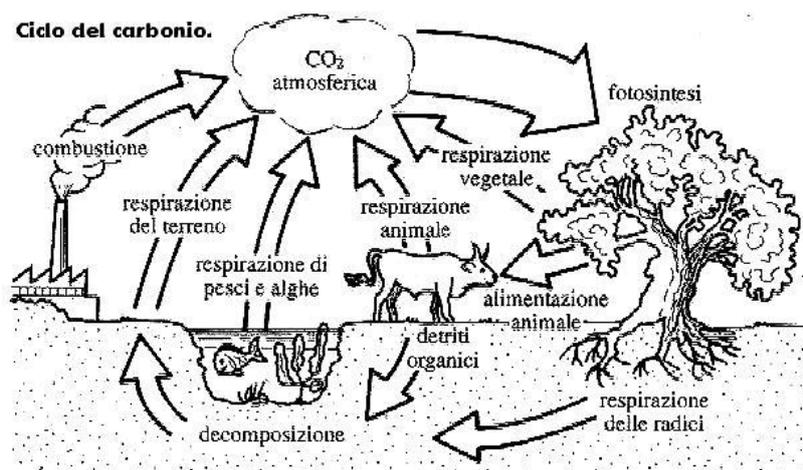


Figura 1: Ciclo del carbonio [Fonte: Global Carbon Project, Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), ottobre 2007].

<sup>1</sup> Piano cantonale gestione dei rifiuti (PGR).

<sup>2</sup> L'utilizzo del legname a scopo energetico è descritto nella scheda informativa «Legname da energia».

<sup>3</sup> Separazione dei componenti di una sostanza, di un'entità; in biologia putrefazione.

L'uomo può facilmente indurre il processo di decomposizione degli scarti organici (in cosiddetti impianti di metanizzazione) allo scopo di recuperare biogas, che allo stato naturale andrebbe altrimenti dissipato nell'ambiente. Secondo il Piano cantonale di gestione dei rifiuti (PGR), la gestione dei rifiuti organici prodotti sul territorio cantonale deve tuttavia avvenire secondo le seguenti priorità (cfr: Figura 2):

1. riduzione alla fonte;
2. reinserimento nel ciclo naturale dei nutrienti e valorizzazione come concime (diretto o tramite compostaggio);
3. valorizzazione energetica e della materia (impianti di metanizzazione);
4. valorizzazione energetica (biodiesel, farine combustibili, co-fermentazione in IDA);
5. combustione (termovalorizzatore ICTR).

	Scarti vegetali	Letame e colaticcio	Scarti animali	Oli e grassi	Scarti cucina, industria e commercio	Scarti di legno naturale
Riduzione alla fonte	↔		↑	↑	↑	
Alimentazione diretta			⌘	⌘	⌘	
Produzione mangimi			⌘	⌘	⌘	
Concimazione diretta	⌘	↔	⌘	⌘	⌘	
Compostaggio decentralizzato	↑		⌘	⌘	↔	
Compostaggio a bordo campo	↔ + ↑		⌘	⌘	⌘	↔
Compostaggio centralizzato	↔ + ↑		⌘	⌘	⌘	↔
Produzione concimi industriali			⌘	↔	↔	
Impianti di metanizzazione agricoli	↔	↔	↔	↔	↔	↔
Impianti di metanizzazione industriali	↔	↔	↔	↔	↔	↔
Produzione biodiesel	↔		⌘	↓	↓	
Produzione farine combustibili			↔	↓	↓	
Co-fermentazione in IDA	↔	↔	↔	↔	↔	
Impianti a legno	⌘		⌘	⌘	⌘	↑
Termovalorizzatore ICTR	⌘	⌘	⌘	⌘	↔	

**Legenda**

↑ Incentivazione	↔ Controllo, monitoraggio	↓ Disincentivazione	⌘ Smaltimento proibito
------------------	---------------------------	---------------------	------------------------

Figura 2 : Le strategie per la gestione dei rifiuti organici proposte dal PGR [Fonte: Piano di gestione dei rifiuti del Cantone Ticino (PGR), Capitolo Scarti organici – Rapporto per la consultazione, maggio 2010].

Tra i differenti tipi di utilizzo risulta prioritario quello agricolo, che comporta il reinserimento del materiale nel ciclo naturale dei nutrienti. Seguono la valorizzazione energetica mediante impianti di metanizzazione per la produzione di biogas e la combustione. In coerenza con le priorità definite a livello cantonale risulta quindi che la maggior parte degli scarti vegetali non può essere considerata disponibile per l'utilizzo in impianti di metanizzazione:

- letame e colaticcio > devono essere quasi interamente utilizzati sul posto, per la concimazione dei terreni agricoli;
- scarti animali > particolarmente sensibili per quanto riguarda l'igiene, sono gestiti dall'Ufficio veterinario cantonale e non possono essere conferiti a impianti di fermentazione;
- scarti di industrie e commerci > vengono smaltiti a nord delle Alpi.

Nel complesso, secondo la scheda "P.8 Biomassa – Scarti organici" del PEC, i quantitativi effettivamente utilizzabili per la produzione energetica ammontano a circa 54'000 ton/anno.

Le tecniche attualmente disponibili per sfruttare il potenziale energetico contenuto negli scarti organici si basano su due tipologie di processo (spiegate in dettaglio nei capitoli successivi):

- fermentazione (produzione di *biogas*);
- gassificazione (produzione di *syngas*).

## Fermentazione (produzione di biogas)

### Descrizione del processo

La fermentazione consiste nella degradazione di sostanze organiche in assenza di ossigeno (processo anaerobico), operata da enzimi prodotti da vari microrganismi. Nell'ambito di questo processo viene liberato biogas, una sostanza gassosa costituita principalmente da anidride carbonica e metano (la concentrazione di metano nel biogas è generalmente compresa tra il 40% e l'80%).

I processi di fermentazione avvengono nelle discariche, negli impianti di compostaggio, nei digestori dei fanghi degli impianti di depurazione delle acque (IDA) o nei cosiddetti impianti di metanizzazione, realizzati allo specifico scopo di recuperare questo vettore energetico.

### Utilizzo

Il biogas può essere direttamente utilizzato per la produzione di energia elettrica<sup>4</sup> e termica o, se debitamente purificato<sup>5</sup>, come carburante gassoso per la trazione automobilistica e combustibile per la produzione di calore e/o elettricità (immissione in rete).

### Impianti in attività

Contrariamente a quanto avviene in Svizzera tedesca ed in Svizzera francese, nessun impianto di fermentazione è attualmente operativo in Cantone Ticino. È tuttavia in corso la progettazione di almeno tre impianti situati sui territori di Bioggio, Mendrisio e Giubiasco.

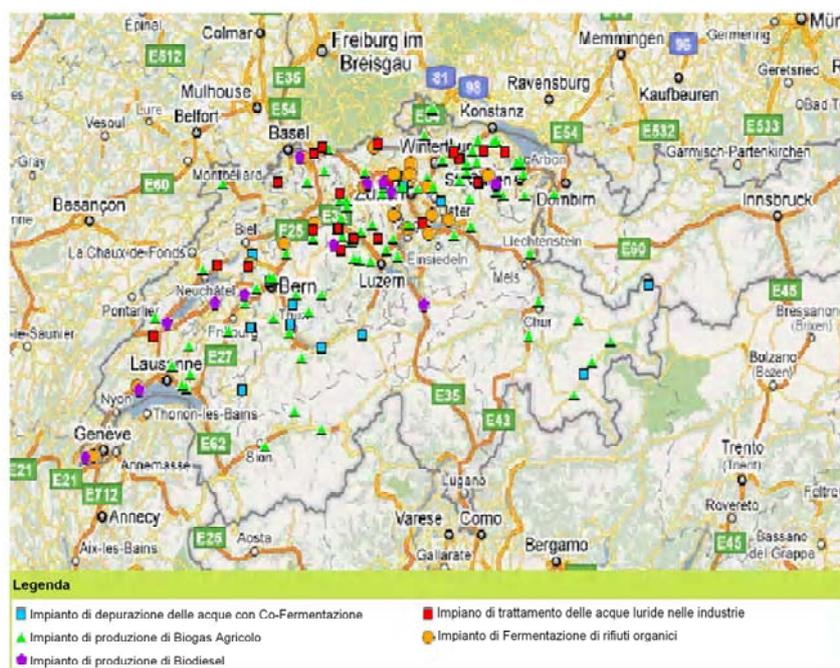


Figura 3 : Impianti alimentati a biomassa in Svizzera [Fonte: BiomassEnergie, Centro informazioni di SvizzeraEnergia <http://www.biomasseenergie.ch>, ripreso da PEC – scheda settoriale P.8 Biomassa –scarti organici].

<sup>4</sup> In questo caso è possibile usufruire della remunerazione a copertura dei costi, [www.swissgrid.ch](http://www.swissgrid.ch).

<sup>5</sup> Il biogas generato nell'ambito del processo di fermentazione viene purificato fino alla qualità del gas naturale e immesso nella rete di distribuzione.

## Esempio 1 (Impianto per liquami agricoli)

### Tipo di biomassa utilizzata

- Liquami animali.
- Rifiuti organici dell'industria alimentare e scarti verdi.

### Fabbisogno di biomassa

2'500-3'000 ton/anno di biomassa, prodotte mediamente da 50-100 capi di bestiame grosso.

### Descrizione del processo

Dalla stalla il liquame viene portato in una vasca di pretrattamento e lì mescolato con i cosiddetti "co-substrati": resti di cibo, rifiuti organici dell'industria alimentare o scarti verdi. I co-substrati aumentano la produzione di biogas e il loro impiego in questo contesto contribuisce alla loro valorizzazione nell'ambito dello smaltimento.

Da questa vasca il materiale viene condotto a un fermentatore verticale (bioreattore). Il biogas che si genera in questa struttura viene purificato e immagazzinato temporaneamente in un serbatoio, per poi essere immesso nella rete di distribuzione del gas oppure inviato a una centrale termoelettrica.

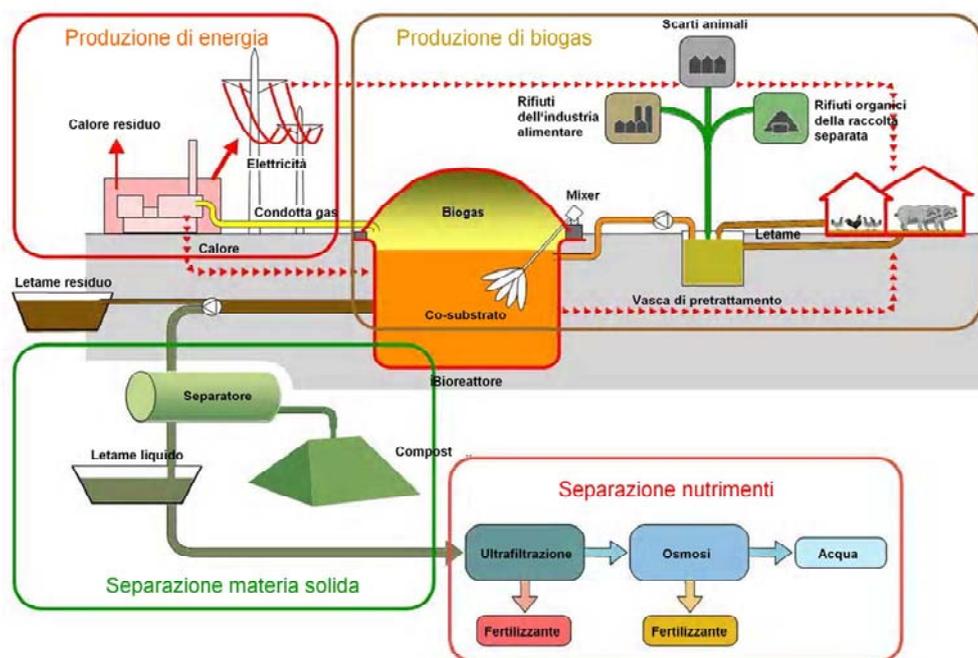


Figura 4 : Schema di impianto per la produzione di biogas da scarti agricoli [Fonte: BiomassEnergie [www.biomassenergie.ch](http://www.biomassenergie.ch)].

### Biogas e prodotti energetici

300 m<sup>3</sup> biogas/anno possono alimentare un impianto a cogenerazione in grado di produrre 350'000 kWh/anno di energia elettrica e 360'000 kWh/anno di energia termica [fonte: BiomassEnergie, Biogasnalage Reidenmoos].

## **Esempio 2** (Impianto per rifiuti organici urbani e artigianali/industriali)

### Tipo di biomassa utilizzata

- Scarti organici dell'industria alimentare e delle bevande.
- Scarti organici domestici.
- Residui organici di produzione (tabacco/fibre di cellulosa, di cotone e vegetali).
- Scarti vegetali da giardinaggio.

### Fabbisogno di biomassa

10'000-15'000 ton/anno di scarti organici/vegetali.

### Descrizione del processo

A titolo di riferimento, sono qui descritti i passi previsti dalla tecnologia Kompogas, la più diffusa in Svizzera<sup>6</sup>.

1. Gli scarti sono depositati in un bunker di stoccaggio.
2. Gli scarti vengono liberati dalle sostanze estranee, triturati e vagliati: le particelle aventi una grandezza superiore ad una soglia prestabilita sono separate tramite un apposito filtro e riportate al bunker di stoccaggio iniziale.
3. Processo di fermentazione. La biomassa viene umidificata con acqua di processo e miscelata con materiale precedentemente fermentato. La fermentazione richiede un periodo che varia da 12 a 15 giorni.
4. Il biogas derivante viene raccolto, purificato e deumidificato: a partire da esso, possono essere generati calore ed elettricità, attraverso un impianto di cogenerazione. In alternativa, il biogas purificato può essere immesso nella rete di distribuzione del gas naturale. Una parte dell'energia o del biogas prodotto viene tuttavia utilizzata per il riscaldamento del sistema di fermentazione, per avviare e velocizzare il processo di trasformazione batterica.
5. Il residuo della fermentazione, chiamato digestato, viene separato in residui solidi e liquidi che possono essere utilizzati come concimi o fertilizzanti.
6. Il digestato può essere ulteriormente processato: il materiale viene mescolato con compost fresco e sottoposto a un ulteriore compostaggio per circa sei settimane.

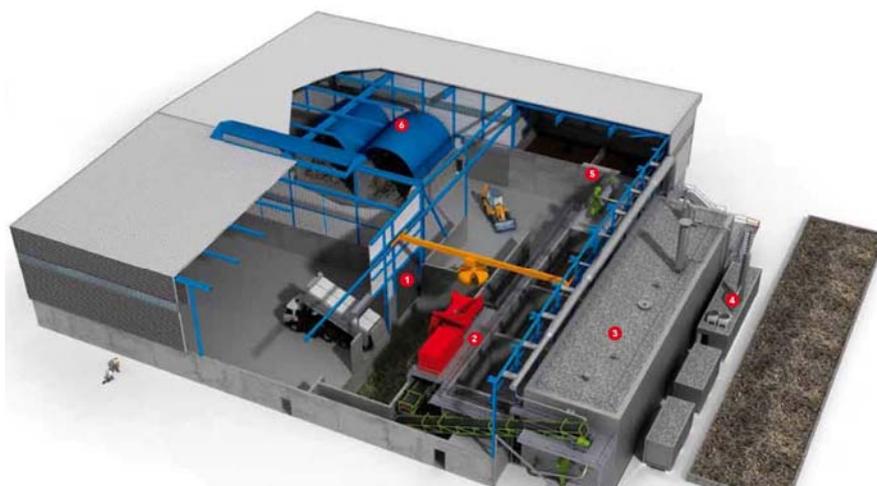


Figura 5 : Schema-tipo di un impianto Kompogas e principali fasi di processo  
[Fonte: [www.kompogas.ch](http://www.kompogas.ch) , Kompogas plans].

<sup>6</sup> Fonte: [www.kompogas.ch](http://www.kompogas.ch) , Kompogas plans.

*Biogas e prodotti energetici*

1'200'000 m<sup>3</sup>/anno di biogas possono alimentare un impianto a cogenerazione in grado di produrre 1.90 GWh/anno di energia elettrica e 1.44 GWh/anno di energia termica. L'impianto produce inoltre 6'100 ton/anno di digestato e 5'800 ton/anno di colaticcio.

## Gassificazione (produzione di syngas)

### Descrizione del processo

La biomassa può essere sottoposta a ossidazione chimica ad elevate temperature (700 – 1'000 °C). Questo processo è denominato gassificazione e porta alla produzione di un gas di sintesi detto *syngas*, caratterizzato da buone proprietà combustibili. Le tre fasi del procedimento:

1. essiccazione, dalla quale risulta materiale disidratato;
2. pirolisi, consiste in una parziale “distillazione” del materiale disidratato;
3. gassificazione vera e propria, nell’ambito della quale i prodotti della pirolisi sono sottoposti ad ossidazione in condizioni di carenza di ossigeno.

### Tipo di biomassa utilizzata

- Scarti agricoli.
- Rifiuti.
- Legna.

### Utilizzo

Il syngas può alimentare motori a combustione interna per la produzione di energia elettrica<sup>7</sup>, caratterizzati da rendimenti elettrici di circa il 30 - 36%. Questi impianti sono generalmente dotati di un sistema di recupero di calore: l’energia termica contenuta nei gas di scarico del motore a combustione viene recuperata e utilizzata per essiccare la biomassa prima dell’ingresso al gassificatore rispettivamente per il riscaldamento dei locali.

### Impianti in attività

Ad oggi gli impianti che producono *syngas* sono poco numerosi, poiché si tratta di una tecnologia ancora in fase di sperimentazione.

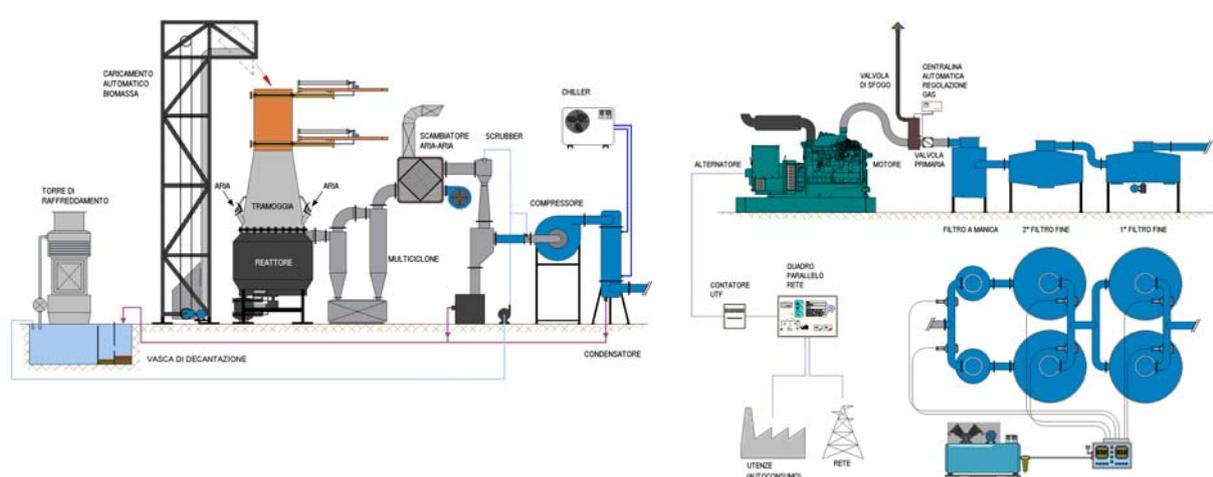


Figura 6 Schema tipo di un impianto a gassificazione [Fonte: www.ankurscientific.com]

<sup>7</sup> In questo caso è possibile usufruire della remunerazione a copertura dei costi, [www.swissgrid.ch](http://www.swissgrid.ch).

## Vantaggi<sup>8</sup>

L'utilizzo di scarti organici a scopi energetici e il loro conseguente smaltimento presenta differenti vantaggi:

- l'utilizzo di scarti organici a scopo energetico da' un contributo positivo alla politica climatica svizzera, poiché è neutrale dal punto di vista delle emissioni di CO<sub>2</sub>;
- la conversione energetica di rifiuti alimentari o letame nel medesimo luogo in cui sono stati prodotti permette di chiudere i cicli di materia ed energia locali;
- l'utilizzo a scopo energetico consente una valorizzazione aggiuntiva dei rifiuti;
- la presenza di un impianto di metanizzazione ha importanti risvolti sulla politica regionale di gestione dei rifiuti e incentiva indirettamente la raccolta differenziata;
- la tecnologia di produzione di biogas da liquami animali incontra le esigenze del mercato agricolo con un nuovo ramo di attività.

## Criteri

Tabella 1: Criteri e metodi di stima per la produzione di Biogas<sup>9</sup> [Fonti: www.kompogas.ch , Kompogas plans; BiomassEnergie; www.biomassenergie.ch; ecoconcept AG, Werkzeugkasten räumliche Energiekonzepte, Modul 4: Energiepotenziale].

<b>Criterio per impianti agricoli</b>	<b>Descrizione</b>
Quantità di materia prima necessaria	Gli impianti a biogas agricoli sono adatti per aziende o consorzi con almeno 80-100 capi di bestiame grosso (CBG), che producono almeno 2.500-3.000 tonnellate di liquami all'anno. Sono preferibili aziende agricole di dimensioni medio-grandi, in modo che possano sfruttare internamente il calore residuo prodotto dall'impianto.
Luoghi adatti	L'impianto deve essere facilmente accessibile, poiché deve poter essere alimentato anche con tipologie di rifiuti organici differenti dal liquame animale (rifiuti dell'industria alimentare e scarti verdi). Inoltre, a causa dei possibili cattivi odori, è preferibile una localizzazione dell'impianto presso aziende agricole situate in ambiti isolati.
Potenziale di produzione	Grazie al biogas prodotto è possibile alimentare un impianto a cogenerazione in grado di produrre 350'000 kWh/anno di energia elettrica e 360'000 kWh/anno di energia termica.
<b>Criterio per impianti per rifiuti urbani e artigianali/industriali</b>	<b>Descrizione</b>
Quantità di materia prima necessaria	Per un funzionamento redditizio si deve poter disporre dei rifiuti organici prodotti da un bacino di circa 100.000 persone, che garantiscono un apporto continuo durante tutto l'anno. La quantità complessiva di rifiuti dovrebbe essere pari ad almeno 10'000 ton/anno.
Luoghi adatti	I siti adatti alla realizzazione di impianti alimentati con rifiuti organici urbani e artigianali/industriali devono essere facilmente accessibili e non troppo distanti dal bacino di utenza. L'ubicazione dell'impianto deve inoltre essere definita in considerazione dell'emissione di eventuali cattivi odori. Per questa ragione è preferibile una sua localizzazione in luoghi isolati o comunque ai margini degli insediamenti industriali. È tuttavia necessario tenere conto del fatto che la vicinanza di utenti favorisce l'utilizzo dell'energia termica prodotta (sfruttamento del calore residuo) a scopo di riscaldamento o nell'ambito di processi di produzione.
Potenziale di produzione	Grazie al biogas prodotto è possibile alimentare un impianto a cogenerazione in grado di produrre 1.90 GWh/anno di energia elettrica e 1.44 GWh/anno di energia termica.

<sup>8</sup> Fonte: BiomassEnergie.

<sup>9</sup> I criteri e i parametri sono indicatori di primo riferimento, ogni caso deve essere valutato dettagliatamente con uno studio di fattibilità.

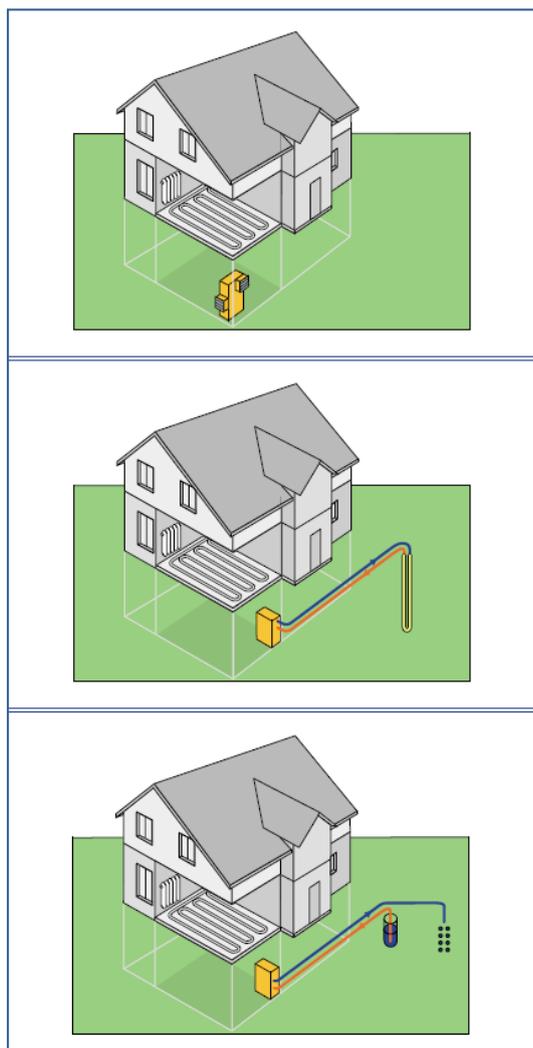
## Scheda informativa

### Calore ambientale

Il calore ambientale proveniente dall'aria, dal terreno o dall'acqua può essere utilizzato grazie all'ausilio di una termopompa per il riscaldamento degli edifici.

#### Concetto

L'energia termica (caldo/freddo) contenuta in aria, acqua o sottosuolo viene trasferita attraverso uno scambiatore di calore a un fluido agente caratterizzato da un bassissimo punto di ebollizione e contenuto nella pompa di calore. Il fluido, pur acquistando pochi gradi di temperatura, evapora subito e viene trasferito in un compressore. Quest'ultimo – alimentato con elettricità - comprime il vapore, aumentandone così la temperatura. Il vapore riscaldato passa poi in un condensatore, dove viene raffreddato e costretto a cedere il proprio calore al circuito del sistema di riscaldamento. Il fluido agente, sempre sotto pressione, si raffredda e torna nuovamente allo stato liquido. Inserito infine in una valvola di espansione ne viene ridotta la pressione e di conseguenza la temperatura. Il fluido agente può così tornare allo stato iniziale, pronto per un nuovo ciclo. Le pompe di calore vengono differenziate in base alle fonti che utilizzano che, come anticipato, sono tre: calore ambientale da aria, terreno e acqua.



1

#### Pompa di calore aria- acqua

La fonte è il calore presente nell'aria. Installabile ovunque, questo tipo di impianto non richiede particolari autorizzazioni.

#### Pompa di calore con sonda geotermica

La fonte è l'energia termica immagazzinata nel terreno. La sonda può essere fatta penetrare nel sottosuolo (da 50 a 350 m) oppure venir posata orizzontalmente al di sotto dello strato del terreno soggetto a gelate (cfr. Tabella 2). È necessaria un'autorizzazione cantonale.

#### Pompa di calore acqua-acqua

Le fonti sono il calore rispettivamente il fresco immagazzinati nelle acque di falda o superficiali. L'acqua viene prelevata da un pozzo, fatta passare nello scambiatore di calore e immessa nuovamente nella falda rispettivamente nel corso d'acqua o nel lago (cfr. Tabella 2). In questo caso è necessaria un'autorizzazione cantonale.

<sup>1</sup> Fonte: "Riscaldamento a pompa di calore, pulito, sicuro, ecologico", UFCL: 805.067 i /11.02/5000, UFE.

Il rendimento della pompa di calore è indicato dal Coefficiente di Lavoro Annuo (CLA), che misura l'energia termica prodotta in rapporto all'energia fornita a definite condizioni quadro. Un altro indicatore del rendimento della pompa di calore è invece il Coefficiente di prestazione (COP), che determina l'efficienza dell'impianto a differenti condizioni, riferite all'esercizio a pieno carico e carico parziale<sup>2</sup>. Questo valore dipende dalla temperatura della fonte di calore (calore ambientale da aria, acqua o sottosuolo) e dalle abitudini dell'utente. In Tabella 1 sono indicati dei valori di riferimento medi per il CLA.

Tabella 1: Intervalli di prestazione per le tre tipologie di pompa di calore [Fonte: "Pompes à chaleur – Questions et réponses", UFE, febbraio 2010].

<b>Coefficiente di lavoro annuo (CLA)</b>	<b>Edificio di nuova costruzione</b>	<b>Edificio risanato</b>
<b>Pompe di calore aria - acqua</b>	2.8 – 3.5	2.5 – 3.0
<b>Pompe di calore acqua - acqua</b>	3.8 – 5.0	3.5 – 4.5
<b>Pompe di calore sottosuolo - acqua</b>	3.5 – 4.5	3.2 – 4.0

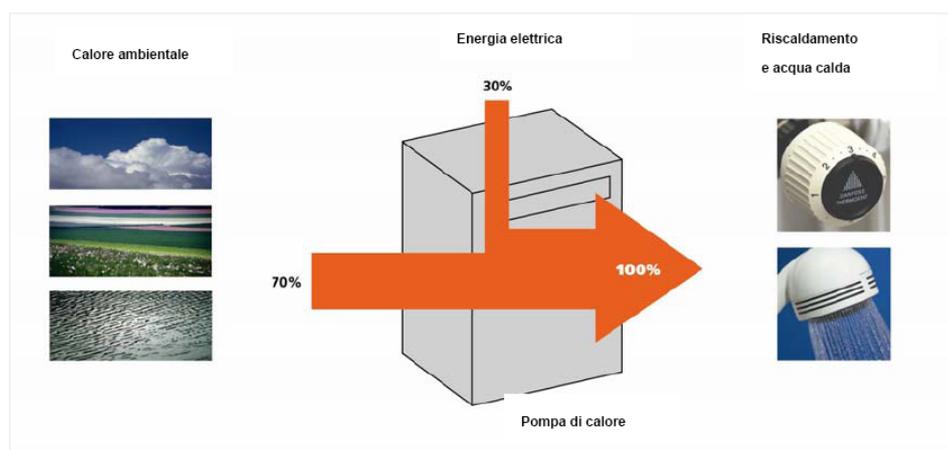


Figura 1: Schema principio di funzionamento di una pompa di calore [Fonte : "Le pompe di calore in 10 domande", Rognon, 2007, UFE].

Una pompa di calore può arrivare a riscaldare l'acqua del sistema di riscaldamento rispettivamente sanitaria sino a 55°C-65°C con un COP che varia tuttavia fra circa 2 (fonte: calore ambientale da aria) e 3 (fonte: calore ambientale da sottosuolo) e quindi non ottimale. In questi casi è sensato verificare se non sia possibile ridurre la temperatura necessaria con interventi tecnici – come ad esempio la sostituzione di alcuni radiatori – o con interventi sugli elementi costruttivi dell'edificio, con l'obiettivo di ridurre il fabbisogno energetico (isolamento, sostituzione dei serramenti). Già con una diminuzione di 5°C della temperatura è infatti possibile ottenere un aumento del COP pari all'8%.

<sup>2</sup> Fonte: manuale "Pompe di calore – Progettazione, Ottimizzazione, Esercizio, Manutenzione, UFE, 2008

Durante il periodo estivo, l'impianto che sfrutta l'energia termica dal sottosuolo, rispettivamente dalle acque con pompa di calore, può essere utilizzato per il raffreddamento dell'edificio nei seguenti modi:

- raffreddamento passivo o libero (free cooling)  
l'edificio viene raffreddato direttamente grazie alla bassa temperatura dell'energia termica del sottosuolo, delle acque di falda o di quelle superficiali, in questo caso sono in funzione solo le pompe di circolazione dell'impianto;
- raffreddamento attivo  
l'edificio viene raffreddato grazie alla bassa temperatura dell'energia termica del sottosuolo, delle acque di falda o di quelle superficiali e in aggiunta con l'ausilio del compressore, in questo caso è necessario avere una pompa di calore reversibile o una macchina frigorifera integrata nel sistema.

## Geotermia

Nell'ambito dello sfruttamento dell'energia termica dal sottosuolo e dalle acque sotterranee per il riscaldamento rispettivamente il raffreddamento degli edifici, sono differenti i metodi e le tecnologie utilizzati, questi sono riassunti nella tabella seguente.

Tabella 2 : Sistemi per lo sfruttamento del calore geotermico (sottosuolo e acqua).

<b>Campi di sonde geotermiche:</b>	Per coprire il fabbisogno energetico di grandi edifici, viene posata una serie di sonde verticali (pali) in modo ravvicinato. Durante il periodo invernale le sonde prelevano il calore dal terreno che viene poi sfruttato per il riscaldamento a bassa temperatura attraverso l'impiego di una pompa di calore. Applicando il medesimo sistema in senso inverso, durante il periodo estivo gli edifici vengono raffrescati e il calore viene riportato nel terreno, in modo da stoccare l'energia termica (cfr paragrafo successivo). I campi di sonde geotermiche sono quindi particolarmente adatti per edifici che necessitano di raffreddamento durante l'estate.
<b>Collettori orizzontali:</b>	Questo sistema è simile al precedente ma senza sonde verticali: le tubazioni vengono infatti disposte orizzontalmente nel terreno a una profondità di 1-3 m (al di sotto dello strato di terreno soggetto a gelate).
<b>Pali energetici e geostrutture:</b>	Sono elementi integranti della struttura della costruzione (pali, pareti, solette) equipaggiati con tubi per lo scambio di calore. Anche in questo caso il sistema provvede sia al riscaldamento che al raffreddamento dell'edificio. Questa tecnica è conveniente per grandi edifici pubblici o industriali. Un significativo sviluppo delle geostrutture energetiche è previsto per i prossimi anni.
<b>Acquiferi superficiali (5-20 m):</b>	Attraverso una perforazione si raggiunge l'acqua di falda poco profonda (10-12°C) che viene pompata in superficie. Una pompa di calore preleva l'energia termica dall'acqua e la cede al circuito di riscaldamento dell'edificio.
<b>Acquiferi profondi (1-3 km):</b>	Le falde acquifere sotterranee profonde vengono raggiunte con perforazioni da 400 a 2'000 m di profondità e sfruttate per il riscaldamento di quartieri tramite una rete di teleriscaldamento.

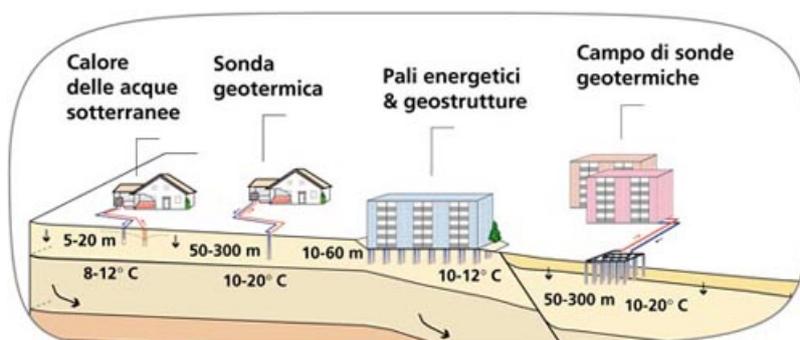


Figura 2 : Esempi di risorse geotermiche a bassa temperatura. Schema S. Cattin, CREGE [Fonte: geothermie.ch]

Come già anticipato, nell'ambito della geotermia, il sottosuolo può essere considerato come un serbatoio ad accumulo stagionale, utilizzabile quale fonte di calore o di freddo. Al fine di non impoverire la risorsa "calore" e garantire un'adeguata ricarica energetica del terreno, è consigliato affiancare a impianti a sonda geotermica per il riscaldamento invernale anche la funzionalità di raffreddamento estivo.

## Acque superficiali

Anche le acque superficiali possono essere considerate una fonte di calore, la captazione di energia termica può in questo caso avvenire in due modi, descritti di seguito<sup>3</sup>.

### Registro posato nel flusso di acqua corrente

Il registro è situato direttamente nel fiume rispettivamente nel bacino. L'acqua vi scorre attraverso cedendo la propria energia termica, che viene poi trasportata alla pompa di calore (cfr. Figura ).

Vantaggio:

- dal momento che attraverso il registro scorre una quantità di acqua molto elevata, questa tecnica provoca solo un lieve abbassamento della temperatura.

Svantaggi:

- necessità di pulizia e manutenzione;
- realizzazione difficoltosa.

### Pozzo filtrante

L'acqua viene raccolta in un pozzo filtrante situato nelle vicinanze dell'acqua di superficie (cfr. Figura 3). Questa viene pompata verso l'edificio, allo scambiatore di calore collegato alla termopompa.

Vantaggio:

- l'acqua captata è praticamente esente da sporcizia.

Svantaggi:

- realizzazione difficoltosa.

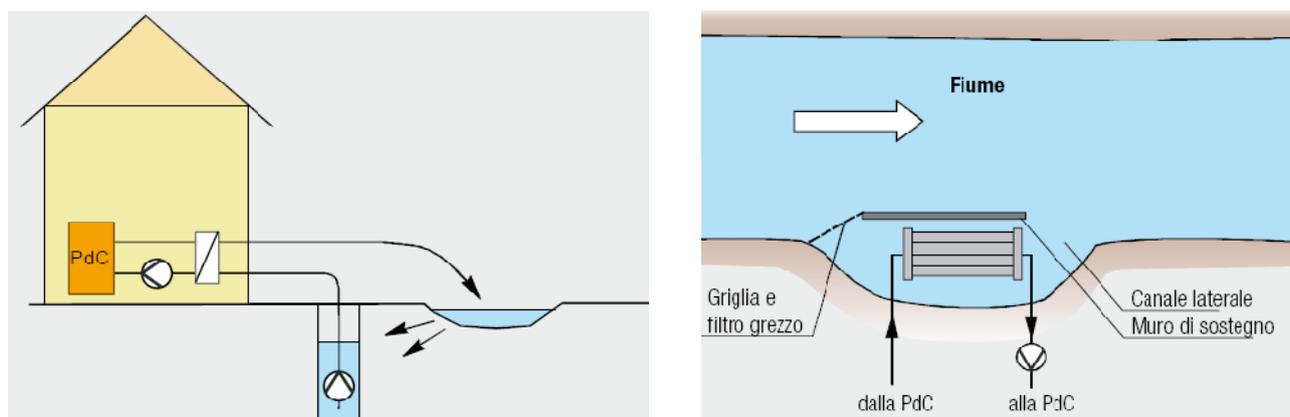


Figura 3 : Sfruttamento del calore ambientale da acque superficiali per mezzo di un registro (a sinistra) rispettivamente di un pozzo filtrante (a destra).

<sup>3</sup> Fonte: "Pompe di calore, Progettazione, Ottimizzazione, Esercizio, Manutenzione", UFE (2008)

L'acqua del lago può inoltre essere prelevata direttamente dal bacino d'acqua con un sistema di pompaggio. La presa d'acqua si trova in genere ad una profondità di almeno 25-30 m. Questo perché la temperatura dell'acqua in strati meno profondi è maggiormente soggetta a variazioni influenzate dal cambiamento stagionale e non garantisce quindi una presenza costante di calore ambientale. Questo aspetto è dimostrato dai dati messi a disposizione dall'Istituto Scienze della Terra (IST), che effettua rilevamenti quindicinali delle temperature in tre punti centrali del lago Ceresio, situati all'altezza di Gandria, Melide e Figino, in base alla profondità. (cfr. Figura 4).

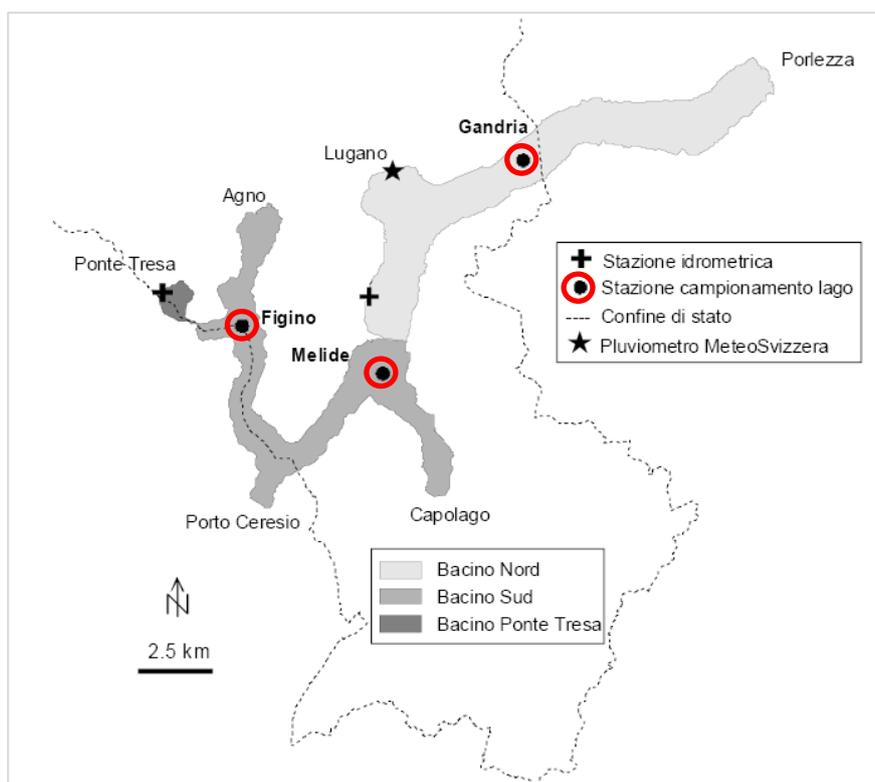


Figura 4 : Ubicazione delle stazioni di prelievo e di misura nel lago Ceresio [Fonte : Comm. Internaz. per la protezione delle acque italo-svizzere, Ricerche sull'evoluzione del Lago di Lugano, Aspetti limnologici, Programma 2008 – 2012, Campagna 2009].

Analizzando ad esempio la stazione situata all'altezza di Melide (cfr. Figura 5), si può notare come le linee isoterme<sup>4</sup> indichino che la temperatura dell'acqua è molto variabile sino ai 20 metri circa di profondità. Durante l'anno la temperatura dell'acqua a una profondità fra 20-30 m varia tra i 5.8 e i 9.0 °C circa ed è quindi caratterizzata da un andamento piuttosto costante, sfruttabile in inverno per il riscaldamento e in estate per un eventuale raffreddamento dell'edificio.

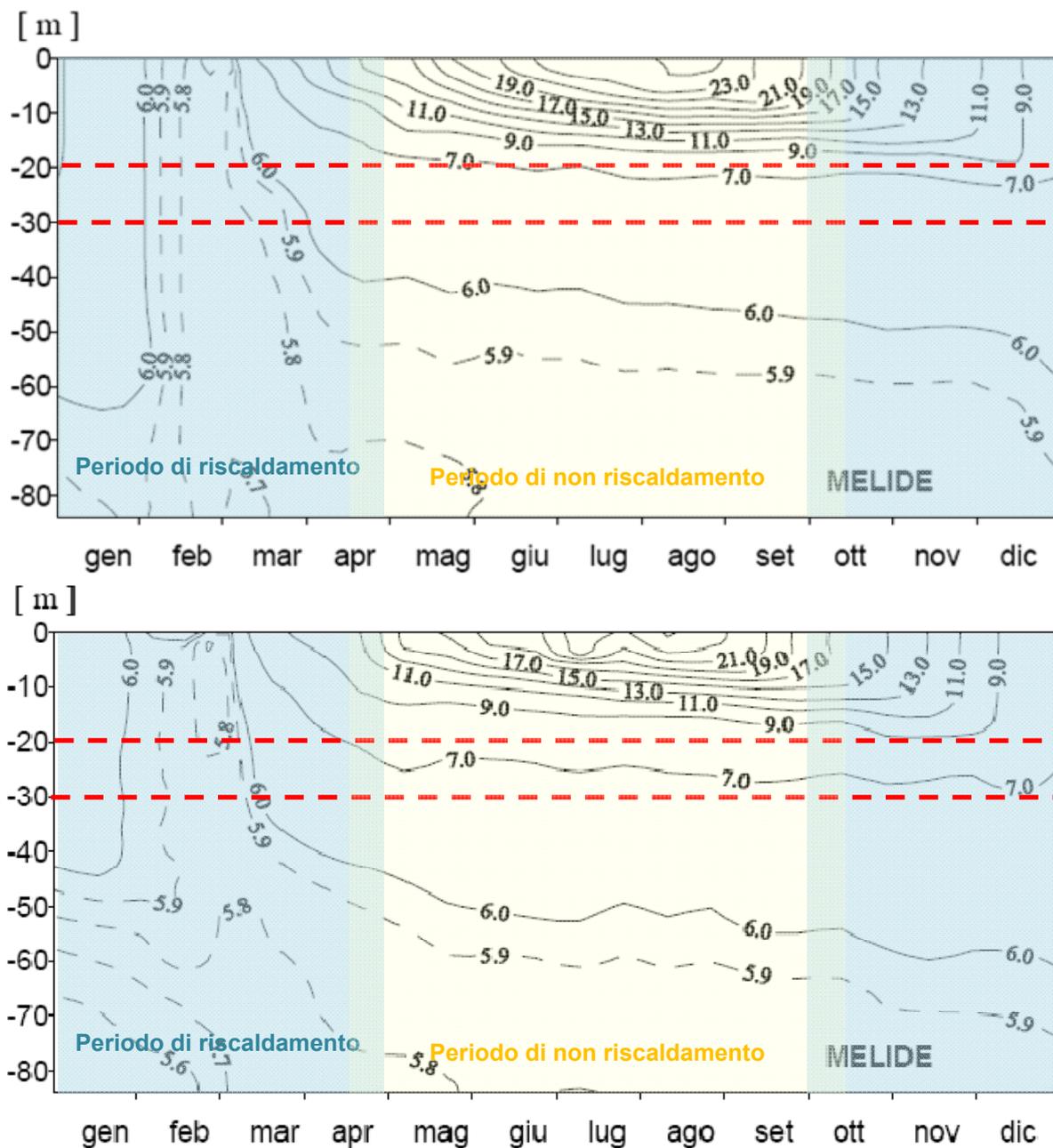


Figura 5 : Andamento della temperatura rilevata ogni quindici giorni e ogni 50 cm con la sonda multiparametrica [°C] nel lago Ceresio durante il 2009 (sopra) e il 2008 (sotto). [Fonte : v. Figura 4; Rielaborazione: ISAAC].

<sup>4</sup> Linee che delineano una temperatura costante.

## Criteri

Il potenziale dello sfruttamento del calore ambientale contenuto nell'aria, nella geotermia e nelle acque superficiali è condizionato dal fabbisogno energetico degli edifici esistenti: in generale un riscaldamento a bassa temperatura è infatti molto più interessante poiché permette di ottimizzare il rendimento dell'impianto; queste tecnologie sono quindi particolarmente adatte a edifici a basso consumo.

### Calore ambientale dall'aria

Lo sfruttamento del calore ambientale contenuto nell'aria con pompa di calore aria-acqua è in linea di massima sempre possibile. Attenzione deve tuttavia essere prestata per eventuali installazioni nei nuclei dove, a causa dell'elevata densificazione edilizia, possono verificarsi eventuali problemi di rumore.

### Calore ambientale dal sottosuolo e dalle acque

Nell'ambito della geotermia, il fattore principale che limita l'accesso al calore ambientale del sottosuolo e delle acque sotterranee oltre a quello geologico<sup>5</sup> è legato alle esigenze di protezione delle acque. In generale vale: la protezione della risorsa "acqua" ha la precedenza sulla risorsa "energia". Per lo sfruttamento dell'energia geotermica è quindi necessario un permesso rilasciato dall'autorità competente e valutato in funzione della zona in cui si vuole realizzare il progetto. Anche lo sfruttamento delle acque superficiali è soggetto ad autorizzazione, questa viene rilasciata solo se non vi è rischio di inquinamento per l'acqua potabile.

I riferimenti legislativi legati a questo ambito sono da un lato quelli generali di protezione delle acque, dall'altro quelli specifici legati alla geotermia<sup>6</sup>:

- Legge federale sulla protezione dell'ambiente (LPAmb, 814.01);
- Legge federale sulla protezione delle acque (LPAc, 814.20) e Ordinanza sulla protezione delle acque (OPAc, 814.201);
- BUWAL 1994: Wegleitung für die Wärmenutzung mit geschlossenen Erdwärmesonden;
- BUWAL 2003: Instructions pratiques pour la protection des eaux souterrains ;
- Legge d'applicazione della legge federale contro l'inquinamento delle acque (1971);
- Legge cantonale sulle acque sotterranee (1978).

---

<sup>5</sup> L'applicabilità di questi sistemi dipende dalle caratteristiche geologiche del terreno, che potrebbero non essere idonee alla trivellazione risp. farne aumentare i costi in modo tale da rendere la realizzazione economicamente non sostenibile. La tipologia di terreno influenza inoltre il rendimento dell'impianto (cfr. Tabella 4).

<sup>6</sup> Fonte: Istituto Scienze della Terra (IST-DACD-SUPSI).

Tipo di impianto ↓	Sett./Zone prot. →	üB	Au	Area	S1	S2	S3
Acque sotterranee		OK	caso x caso	NO	NO	NO	NO
Sonde geotermiche, pali energetici		OK	caso x caso	NO	NO	NO	NO
Sondaggi geotermici		OK	caso x caso	NO	NO	NO	NO
Collettori orizzontali		OK	OK	NO	NO	NO	OK

Figura 6: Schema possibilità di realizzare impianti geotermici in base alla zona di protezione delle acque [Fonte dati : Istituto Scienze della Terra (IST-DACD-SUPSI)].

Nella tabella seguente vengono illustrate le caratteristiche delle zone citate in Figura 6, anche in riferimento alla possibilità di realizzare impianti geotermici.

Tabella 3 : Zone di protezione delle acque e non in riferimento alla possibilità di realizzare impianti geotermici [Fonte: OPAC (1998) e Istituto Scienze della Terra (IST-DACD-SUPSI)].

Denominazione della zona	Descrizione
<b>üB</b>	In queste zone non c'è falda o non c'è interesse per un utilizzo delle acque sotterranee per motivi qualitativi o quantitativi. Si tratta generalmente del territorio al di fuori del fondovalle e lontano dalle captazioni esistenti. In queste zone è possibile l'installazione di impianti geotermici.
<b>Au</b>	Comprende le acque sotterranee utilizzabili per l'approvvigionamento idrico (acqua potabile) e la zona limitrofa necessaria alla loro protezione. Possibilità di installazione di impianti geotermici limitata, valutazione caso per caso.
<b>Area</b>	Zone in cui è concretamente prevista la captazione per uso potabile e dove non è quindi possibile l'installazione di impianti geotermici.
<b>S1</b>	Zona di captazione: deve evitare che le captazioni e gli impianti di ravvenamento <sup>7</sup> e le loro immediate vicinanze vengano danneggiati o inquinati. Non vi è possibilità di installare impianti geotermici.
<b>S2</b>	Zona di protezione adiacente alla zona di captazione (S1): deve impedire che - germi e virus giungano nella captazione o nell'impianto di ravvenamento; - l'acqua sotterranea venga inquinata da scavi e lavori sotterranei; - l'afflusso d'acqua sotterranea venga ostacolato da costruzioni sotterranee. Non vi è possibilità di installare impianti geotermici.
<b>S3</b>	Zona di protezione distante alla zona di captazione (S1): deve garantire che, in caso di pericolo immediato (p. es. incidenti con sostanze suscettibili di inquinare le acque), vi sia sufficiente tempo e spazio per le misure di risanamento. Possono essere installati unicamente collettori orizzontali.

<sup>7</sup> Operazione mediante la quale viene innalzato il livello di una falda freatica, alimentandola artificialmente con acque fluviali fatte filtrare nel terreno.

Oltre ai criteri generali sopraccitati, per valutare l'applicabilità di un sistema geotermico in un determinato contesto devono essere presi in considerazione diversi criteri tecnici. Questi sono riassunti nella tabella successiva.

Tabella 4 : Criteri concernenti la realizzazione di sistemi per lo sfruttamento del calore ambientale<sup>8</sup> [Fonti: "Pompe di calore, Progettazione, Ottimizzazione, Esercizio, Manutenzione", UFE (2008); Istituto Scienze della Terra (DACD-SUPSI); Werkzeugkasten zum Thema "Räumliche Energieplanung", EnergieSchweiz (Entwurf, August 2010)].

<b>Criterio generico</b>	<b>Descrizione</b>	
Autorizzazione	La realizzazione di questa tipologia di impianti è soggetta ad autorizzazione cantonale.	
<b>Fonte energetica</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Indicatore</b>
Falda freatica, acqua potabile:	Lo sfruttamento del calore ambientale da falda freatica è possibile solo a partire da determinate quantità estraibili.	Flusso estraibile: 150-200 l/h per kW termico installato nell'edificio Potenza minima impianto: 20 kW
Acque superficiali:	Lo sfruttamento del calore ambientale dalle acque superficiali è possibile solo a partire da determinate quantità estraibili.	Flusso estraibile: 300-400 l/h per kW termico installato nell'edificio Potenza minima impianto: 300 kW
Sonde geotermiche:	Il rendimento delle sonde geotermiche dipende dalla tipologia di terreno (maggiori informazioni rendimenti per tipologia di terreno: <a href="http://www.ist.supsi.ch">www.ist.supsi.ch</a> , geotermia).	Terreno asciutto: 20 W/m Roccia o terreno umido: 50 W/m Gneiss: 60-70 W/m
Collettori orizzontali:	Il rendimento dei collettori orizzontali dipende dalla tipologia di terreno (maggiori informazioni rendimenti per tipologia di terreno: <a href="http://www.ist.supsi.ch">www.ist.supsi.ch</a> , geotermia).	Terreno sabbioso asciutto: 10-15 W/m <sup>2</sup> Terreno coesivo umido: 15-30 W/m <sup>2</sup> Sabbia/ghiaia saturo: 30-40 W/m <sup>2</sup>

<sup>8</sup> I criteri sono indicatori di primo riferimento, ogni caso deve essere valutato dettagliatamente con uno studio di fattibilità.

## Scheda informativa

### Reti di teleriscaldamento

La realizzazione di reti di teleriscaldamento contribuisce a un approvvigionamento energetico sostenibile. Visti gli elevati costi d'investimento e il lungo periodo di ammortamento dei costi (circa 40 anni per la rete, da 15 a 20 per la produzione di calore), questi sistemi di distribuzione devono tuttavia essere pianificati con attenzione.

La realizzazione di reti di teleriscaldamento viene presa in considerazione nei casi seguenti:

- Caratteristiche insediative idonee  
sono considerate idonee le zone residenziali caratterizzate da un'elevata densificazione edilizia rispettivamente aree residenziali, industriali e commerciali con grandi consumatori di energia e un elevato fabbisogno di calore durante tutto l'anno (ad esempio ospedali, case anziani, industrie di processo, centri commerciali ecc.);
- Utilizzo di calore residuo disponibile localmente  
in questo caso si tratta di sfruttare calore di scarto disponibile sul territorio e proveniente ad esempio da impianti di incenerimento dei rifiuti, sistemi di refrigerazione e climatizzazione, processi industriali, sistemi per la produzione di elettricità (ad esempio cogenerazione) e impianti di depurazione delle acque.

### Concetto

Un sistema di teleriscaldamento è costituito da una rete di distribuzione del calore collegata a una centrale termica al servizio di un determinato comparto (quartiere urbano, centro scolastico, gruppi di edifici ecc.). La rete di distribuzione del calore è costituita da una tubatura di andata e una di ritorno che formano un circuito chiuso.

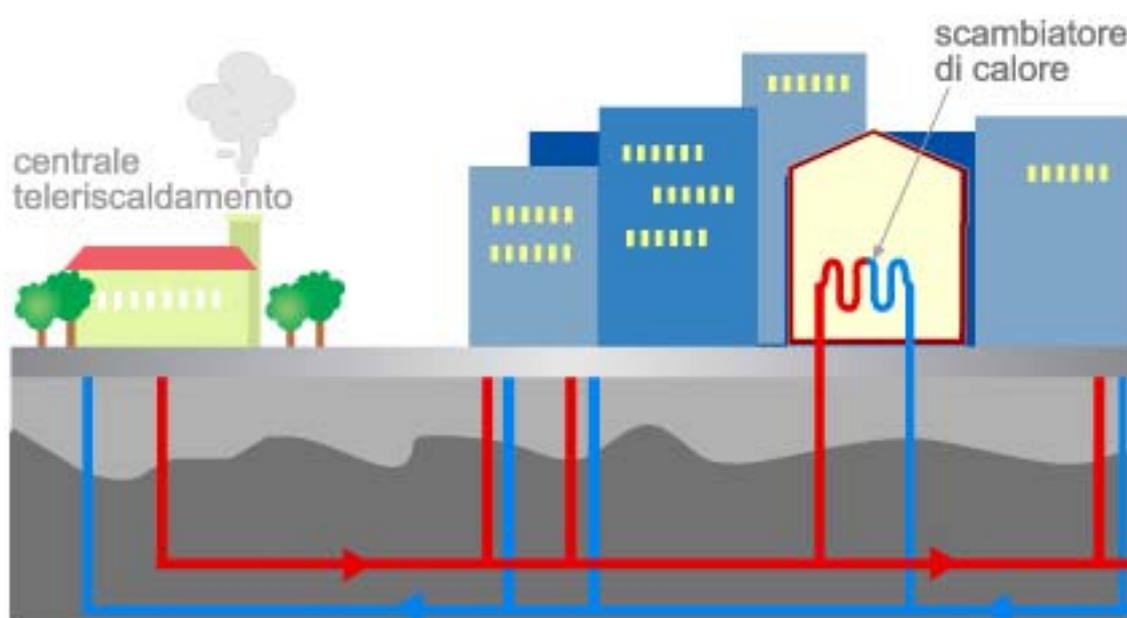


Figura 1: Schema rete di teleriscaldamento [Fonte: AGI ENERGIA].

Attraverso le condotte - costituite solitamente di acciaio, interrate e isolate - circola un termovettore (generalmente acqua o vapore) che trasporta il calore dalla centrale termica all'utenza e da quest'ultima nuovamente alla centrale.

Ogni utente (edificio) è dotato di una sottostazione, che sostituisce l'impianto di produzione centralizzato (ad esempio: caldaia a nafta, termopompa ecc.). Le sottostazioni sono dotate di uno scambiatore di calore allacciato al circuito idraulico di riscaldamento dell'edificio, di un sistema di regolazione della temperatura e di un contatore dell'energia fornita. Ogni utente resta quindi libero di regolare la temperatura di mandata dell'impianto di riscaldamento dell'edificio in base alle proprie esigenze.

## **Vantaggi<sup>1</sup>**

La realizzazione di una centrale termica con rete di teleriscaldamento ha diversi vantaggi sia dal punto di vista della logistica e dei costi che da quello dell'utenza.

### Vantaggi tecnici e ambientali

- le centrali termiche di grande potenza possono integrare, con costi sostenibili, i migliori sistemi di riduzione delle emissioni e hanno quindi un minore impatto ambientale rispetto alla corrispondente somma di singoli impianti decentralizzati;
- le centrali termiche di grande potenza sono caratterizzate da una maggiore efficienza di trasformazione dell'energia primaria contenuta nel combustibile e hanno quindi un rendimento migliore rispetto alla corrispondente somma di singoli impianti decentralizzati;
- dal punto di vista economico, una singola centrale termica di quartiere costa proporzionalmente meno rispetto a molteplici impianti decentralizzati;
- le reti di teleriscaldamento sono un'ottima premessa per lo sfruttamento di calore residuo ad alta (per es. dall'incenerimento dei rifiuti) e bassa temperatura (per es. dalle acque luride). Possono quindi contribuire a uno sfruttamento efficiente e sostenibile delle risorse disponibili localmente;
- le reti di teleriscaldamento possono essere abbinate a centrali termiche approvvigionate con differenti vettori energetici e non precludono quindi la possibilità di una futura conversione (gas, legna, geotermia, calore residuo).

### Vantaggi per l'utenza

- sostituzione dei singoli impianti privati, con possibilità per l'utente di recuperare dello spazio all'interno del proprio edificio;
- l'utente evita i costi di gestione, pulizia e controllo che dovrebbe invece affrontare per un proprio impianto;
- l'utente non deve preoccuparsi dell'approvvigionamento di combustibile rispettivamente, nel caso della nafta, di seguire l'andamento del prezzo di mercato per acquistare nel momento più favorevole;
- grazie al contatore di energia inserito nella sottostazione, l'utente può visionare in qualsiasi momento il proprio consumo effettivo;
- il gestore della rete garantisce la fornitura di calore tramite contratto;
- il gestore della rete garantisce il rispetto delle norme in vigore in materia di emissioni e la corretta gestione dell'impianto.

---

<sup>1</sup> Fonti: SvizzeraEnergia, Energia Legno Svizzera, AELSI, PEC [2010].

## Criteri

Per valutare le zone idonee alla realizzazione di reti di teleriscaldamento rispettivamente la loro sostenibilità economica, devono essere presi in considerazione diversi criteri concernenti da un lato il fabbisogno energetico e la struttura dell'edificio, dall'altro la localizzazione della rete di teleriscaldamento sul territorio. Questi criteri sono riassunti nella tabella successiva.

Tabella 1: Criteri tecnici per le reti di teleriscaldamento ad alta temperatura<sup>2</sup> [Fonti: Energia Legno Svizzera, Werkzeugkasten zum Thema "Räumliche Energieplanung", EnergieSchweiz (Entwurf, August 2010)].

Criterio generico	Descrizione	
Localizzazione impianto e rete	La localizzazione della centrale termica e della rete deve essere chiarita tenendo conto del percorso più breve possibile, del tipo di copertura (cfr. criterio Costi indicativi rete di teleriscaldamento) e dell'eventuale presenza di passaggi già utilizzabili.	
Regime di funzionamento:	Con una buona densità di allacciamento, le condotte sono generalmente in grado di mantenere le perdite termiche al di sotto del 10%. Queste aumentano tuttavia durante il periodo estivo, quando il fabbisogno di energia per il riscaldamento è nullo e il calore in rete è in quantità esigua. È quindi sempre necessario valutare se il funzionamento estivo è sensato o se non si possano trovare alternative per la produzione di acqua calda sanitaria (ad esempio: collettori solari).	
Orizzonte temporale:	Deve sempre essere valutato il fabbisogno di calore futuro in rapporto alla durata di vita dell'impianto. Questo include anche la riduzione del fabbisogno di energia degli stabili allacciati dovuta al normale tasso di risanamento degli edifici.	
Approvvigionamento di combustibile:	Nell'eventualità di una centrale termica alimentata a cippato, è necessario dimensionare il silo in modo che durante il periodo di maggiore fabbisogno energetico – quindi il più freddo - la sua capacità garantisca un approvvigionamento da 5 a 10 giorni.	
Strumenti di pianificazione:	La zona di approvvigionamento con rete di teleriscaldamento deve essere ancorata nei rispettivi strumenti di pianificazione (PR o PQ) e chiarita presso tutti i portatori di interesse e fornitori di energia. Esempi: definire a PR un terreno a vincolo amministrativo per la centrale, definire nel Piano di quartiere l'obbligo di allacciamento per gli utenti, chiarire con l'azienda distributrice di energia la priorità di approvvigionamento con rete di teleriscaldamento (ad es. nell'eventualità in cui nelle vicinanze vi sia già la rete del gas o se l'azienda si occupa anche della promozione di pompe di calore).	
Criterio tecnico	Descrizione	Indicatore
Densificazione edilizia:	La densificazione edilizia – e quindi l'indice di sfruttamento (Is) - è un fattore determinante per la fattibilità di una rete di teleriscaldamento. Maggiore è la densificazione maggiore è il numero dei potenziali utenti.	Edifici esistenti <sup>3</sup> : Is > 0.80
Densità del fabbisogno di calore:	Come la densificazione edilizia, la densità del fabbisogno di calore è un criterio chiave per valutare la fattibilità di una rete di teleriscaldamento. Il numero dei potenziali utenti siti in una determinata zona non è infatti garanzia di un determinato fabbisogno di calore. Il fabbisogno di calore, all'interno di una zona con una superficie compresa tra i 2 e 30 ettari, dovrebbe raggiungere almeno 4'000 MWh.	Densità del fabbisogno di calore: > 350 – 400 MWh/ha
Densità di allacciamento:	Stabilito il percorso della rete, è necessario valutare se la densità di allacciamento sia sufficiente. Posare ad esempio una condotta di 200 metri lineari (ml) per approvvigionare un singolo edificio monofamiliare di nuova costruzione non è mai sensato.	Densità di allacciamento: 1,2 - 2 MWh/a ml <sup>4</sup> a dipendenza del tipo di terreno
Funzionamento impianto:	Per avere garanzia di un buon rendimento e della sostenibilità economica della realizzazione, è necessario considerare un tempo minimo di funzionamento.	Ore di funzionamento a potenza nominale: 2'000 h/a

<sup>2</sup> I criteri sono indicatori di primo riferimento, ogni caso deve essere valutato dettagliatamente con uno studio di fattibilità.

<sup>3</sup> L'edificazione di nuove zone caratterizzate da edifici energeticamente più efficienti può richiedere densificazioni anche maggiori, poiché il fabbisogno di ogni singolo utente è inferiore.

<sup>4</sup> Metro lineare.

Lunghezza indicativa rete di teleriscaldamento:	Per stimare la lunghezza della rete di teleriscaldamento è possibile utilizzare dei valori medi riferiti alla superficie di una zona edificata tipo.	Lunghezza media: 200-300 ml/ha superficie edificata
Costi indicativi rete di teleriscaldamento:	Per stimare il costo della rete di teleriscaldamento è possibile utilizzare dei valori medi riferiti al metro lineare e alla tipologia di copertura presente sul terreno. Gli interventi meno costosi risultano logicamente quelli concernenti zone libere da rivestimenti.	Prati: 600 CHF/ml Strade: 900-1'200 CHF/ml Ciottoli: ≥ 1'500 CHF/ml

Nell'eventualità di nuove realizzazioni rispettivamente di nuovi costruiti in zone non ancora edificate, la posa delle condotte può essere svolta nell'ambito dei già previsti lavori di scavo e canalizzazione dell'area, permettendo una notevole riduzione dei costi. Il medesimo principio vale anche nell'eventualità in cui siano già previsti interventi sulla rete stradale o nell'ambito di altre infrastrutture (canalizzazioni e simili).

## Scheda informativa

### Calore da acqua potabile

L'acqua potabile può essere utilizzata sia per il riscaldamento sia per il raffreddamento degli edifici: la sua energia termica può infatti essere riscattata con l'ausilio di uno scambiatore di calore e trasformata grazie alle pompe di calore. Attualmente in Svizzera sono stati realizzati solo alcuni impianti che sfruttano il calore residuo dell'acqua potabile, le informazioni disponibili sono quindi di carattere molto generale e ogni caso rappresenta un'occasione di approfondimento e deve essere quindi analizzato dettagliatamente. Informazioni in merito a quanto già realizzato sono disponibili sul sito di SvizzeraEnergia per le infrastrutture.<sup>1</sup>

#### Concetto

Per lo sfruttamento dell'energia termica contenuta nell'acqua potabile non sono necessari impianti particolari. Il principio di funzionamento è il medesimo delle pompe di calore tradizionali (cfr. Scheda informativa Calore ambientale) con l'unica differenza che la fonte energetica di approvvigionamento dell'impianto non è il calore ambientale proveniente da aria, acque sotterranee o sottosuolo ma quello proveniente dall'acqua potabile.

Recuperando l'energia termica, l'acqua potabile, che in inverno ha una temperatura fra i 5°C e i 12°C, viene in genere raffreddata di 2-4 °C. È quindi importante verificare, nel caso in cui venga re-immessa nella rete di approvvigionamento idrico, che questa riduzione della temperatura non causi un significativo aumento del consumo di energia per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria negli edifici.

Le possibilità tecniche per lo sfruttamento del calore dell'acqua potabile sono due:

- Allacciamento della pompa di calore direttamente alla rete  
Il committente deve in questo caso valutare se sia necessario o meno un ulteriore allacciamento alla rete – in aggiunta quindi a quello già presente per l'acqua sanitaria -, da utilizzare esclusivamente per l'approvvigionamento energetico. È la soluzione più semplice dal punto di vista tecnico e può essere attuata a costi contenuti. Adatta per edifici dotati di impianti di grande potenza (cfr. cap. Criteri) sia esistenti sia di nuova costruzione.
- Posa di uno scambiatore di calore all'interno della condotta  
Questa soluzione è generalmente abbinata a una centrale con pompa di calore e impianto di supporto ed è poco diffusa poiché implica interventi sulle canalizzazioni della rete dell'acqua potabile. Può tuttavia rivelarsi particolarmente sensata nell'ambito dell'edificazione di nuovi comparti insediativi, per i quali sono necessari lavori di allacciamento alla canalizzazione e i cui edifici possono essere facilmente collegati ad una rete di teleriscaldamento alimentata da una pompa di calore centralizzata (cfr. Figura 1).

---

<sup>1</sup> [www.bfe.admin.ch/infrastrukturanlagen/01078/01133/index.html?lang=it](http://www.bfe.admin.ch/infrastrukturanlagen/01078/01133/index.html?lang=it)

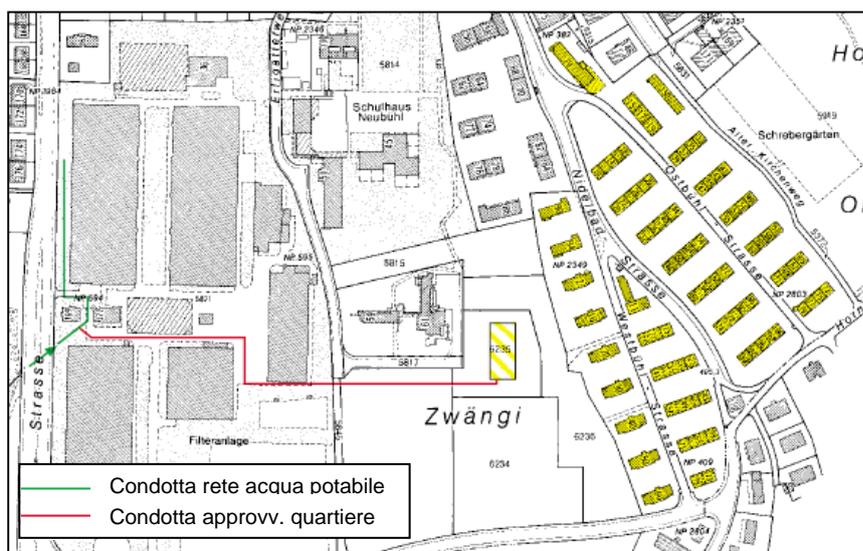


Figura 1: Approvvigionamento di energia termica del quartiere Moos di Zurigo-Wollishofen con scambiatore di calore in condotta, pompa di calore centralizzata e caldaia a gas per coprire punte e fabbisogno nei giorni più freddi e allacciamento a una rete di teleriscaldamento.

Una volta recuperato il calore, l'acqua potabile può essere:

- Imnessa in un corso d'acqua o lasciata infiltrare

In questo caso si tratta dell'utilizzo di eccedenze di acqua potabile. La quantità fornita a fini energetici viene in questo caso generalmente venduta a una tariffa ridotta rispetto al costo per il consumo a scopo sanitario (contatore separato). Deve essere considerato lo sviluppo futuro dei consumi di acqua potabile, in modo da poterne garantire l'approvvigionamento a lungo termine.

- Re-immessa nella rete di approvvigionamento idrico

In questo ultimo caso l'acqua potabile fornita a fini energetici è la medesima utilizzata a scopo sanitario e viene generalmente messa a disposizione gratuitamente. Deve tuttavia essere garantito che:

- la qualità dell'acqua resti invariata (valutare eventuali rischi di inquinamento);
- non si creino cicli di circolazione;
- il recupero di energia termica dall'acqua potabile a scopo di riscaldamento non venga compensato dal maggiore investimento di energia necessario alla produzione di acqua calda sanitaria a cui è stato sottratto il calore.

## Vantaggi<sup>2</sup>

L'utilizzo del calore dell'acqua potabile per il riscaldamento e il raffreddamento degli edifici ha diversi vantaggi:

- grazie alla sua "elevata" temperatura, che durante l'inverno si situa tra 5 e 12°C, l'acqua potabile consente di avere un buon rendimento energetico della pompa di calore (cfr. Scheda informativa Calore ambientale);
- la soluzione di approvvigionamento con acqua potabile è spesso economicamente più conveniente rispetto a quella con acque di falda o con sonda geotermica, la realizzazione è infatti più semplice e comporta minori costi di investimento;

<sup>2</sup> Fonte: Energie in der Wasserversorgung – Ratgeber zur Energiekosten- und Betriebsoptimierung, SvizzeraEnergia per le infrastrutture.

- vendendo acqua potabile per il riscaldamento, un'azienda può sfruttare in modo ottimale la già presente infrastruttura e ottenere un guadagno aggiuntivo.

## Criteri

Tabella 1 : Criteri e parametri di stima per la produzione di elettricità dall'acqua potabile<sup>3</sup> [Fonti: Trinkwasser – Eine weitere Energiequelle für Wärmepumpen, Referat von M. Sterchi 2010; Energie in der Wasserversorgung, Referat von B. Kobel 2008; Energie in der Wasserversorgung – Ratgeber zur Energiekosten- und Betriebsoptimierung, SvizzeraEnergia per le infrastrutture].

<b>Criterio generico</b>	<b>Descrizione</b>	
Sistema di approvvigionamento idrico	Il recupero di calore dall'acqua potabile ha senso solo quando per la sua messa a disposizione non è necessario un dispendio di energia eccessivamente elevato (pompaggio). In caso affermativo è preferibile utilizzare acque sotterranee o superficiali.	
Diametro della condotta	Nel caso della posa di uno scambiatore di calore direttamente in condotta, quest'ultima deve essere sufficientemente ampia per consentire l'attuazione dell'intervento.	
Disponibilità di acqua potabile	La disponibilità di acqua potabile deve essere continua, un disponibilità periodica non è idonea al recupero di calore.	
Autorizzazione	La possibilità di utilizzare acqua potabile a scopo di riscaldamento / raffreddamento degli edifici è soggetta ad autorizzazione cantonale rispettivamente a una specifica concessione per il suo utilizzo a questo scopo.	
<b>Criterio tecnico</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Indicatore</b>
Portata	Il recupero dell'acqua potabile è sensato solo a partire da una certa portata.	Portata minima: 200 l/min.
Fabbisogno di energia termica	Piccoli edifici monofamiliari sono poco adatti a questo tipo di tecnologia.	Potenza minima: 150 kW Risp. no. residenti: 100
Distanza	La distanza tra la fonte di approvvigionamento (condotta acqua potabile) e la centrale termica/l'edificio è un fattore determinante per valutare la sostenibilità economica dell'impianto.	Distanza massima: 0.5 m – 1 m per kW di potenza installata
Energia termica disponibile	L'energia termica prodotta può essere definita indicativamente in base alla quantità di acqua potabile e alla riduzione della sua temperatura.	Energia termica: 1.2 kWh/m <sup>3</sup> per 1°C di riduzione della temperatura
Comune	Lo sfruttamento dell'acqua potabile a scopo di riscaldamento è generalmente possibile in comuni a partire da un certo numero di abitanti.	Numero abitanti: min. 2'000

<sup>3</sup> I criteri e i parametri sono indicatori di primo riferimento, ogni caso deve essere valutato dettagliatamente con uno studio di fattibilità.

## Scheda informativa

### Elettricità da acqua potabile

Le differenze di pressione rispettivamente di altitudine presenti nelle reti di adduzione dell'acqua potabile possono essere sfruttate per la produzione di elettricità. Il potenziale maggiore si trova nelle zone di montagna, dove l'approvvigionamento idrico avviene sfruttando le sorgenti in quota. La produzione di elettricità è tuttavia possibile già a partire da salti idrici di 30 metri<sup>1</sup>.

#### Concetto

Prima di essere trasportata al consumatore, l'acqua potabile viene turbinata per la produzione di elettricità. Questo sistema di produzione di energia elettrica risulta spesso essere molto sostenibile, poiché in molti casi consiste in un'utilizzazione accessoria della già esistente rete di fornitura idrica senza impatti negativi sulla qualità dell'acqua rispettivamente sugli habitat naturali. Gli elementi dell'impianto possono inoltre essere integrati nell'ambito di progetti già previsti, migliorando così la copertura dei costi di produzione dell'energia (esempi: rinnovamento di un'adduzione in acqua potabile, costruzione di opere di prevenzione contro le inondazioni o destinate a facilitare la migrazione dei pesci). Per molti comuni l'acqua potabile può essere una vantaggiosa fonte di energia complementare, resa ancora più attrattiva dalla possibilità di usufruire della remunerazione a copertura dei costi<sup>2</sup>.

Elementi di un impianto per la produzione di elettricità da acqua potabile<sup>3</sup>:

- Serbatoio  
Il serbatoio dell'acqua potabile accumula l'acqua proveniente dalle sorgenti e/o dai pozzi di captazione. Da qui l'acqua viene immessa nella rete di approvvigionamento idrico.
- Condotta forzata  
È una condotta chiusa e in pressione che conduce l'acqua dalla captazione o dall'imbocco del canale di derivazione alle turbine. Non viene prevista quando il canale di derivazione risulta essere di lunghezza molto ridotta. È presente in impianti a media e alta pressione ed è l'opera più importante di questo tipo di centrale.
- Turbine  
Sono il fulcro dell'impianto e trasformano l'energia cinetica<sup>4</sup> (e potenziale<sup>5</sup> a dipendenza del tipo di turbina) di un fluido in energia meccanica. L'acqua fa girare la turbina collegata a un rotore, che produce elettricità. Nell'ambito di impianti alimentati con acqua potabile vengono generalmente utilizzate le turbine Pelton rispettivamente le pompe inverse. Entrambe le tecnologie sono collaudate e garantiscono una lunga durata di vita. Le turbine Pelton hanno un costo maggiore ma anche un migliore rendimento (più efficienti) rispetto alle pompe inverse. Queste ultime necessitano inoltre di un flusso costante per un

<sup>1</sup> Fonte: VTA-Wasserfachtagung 2008, Referat P. Eichenberger, 2009

<sup>2</sup> Rimunerazione a copertura dei costi per forza idrica:

[http://www.swissgrid.ch/power\\_market/renewable\\_energies/registration\\_crf/hydropower/](http://www.swissgrid.ch/power_market/renewable_energies/registration_crf/hydropower/)

<sup>3</sup> Fonti : «Nell'acqua potabile si cela energia ecologica»; SvizzeraEnergia; "Guida pratica per la realizzazione di piccole centrali idrauliche", Programma d'impulso PACER - Energie rinnovabili  
Ufficio federale dei problemi congiunturali.

<sup>4</sup> Energia di un corpo/una massa in movimento.

<sup>5</sup> Energia di un corpo/una massa riferita al sistema di riferimento in cui si trova.

determinato lasso di tempo e quindi di un invaso (per esempio un serbatoio) a monte della condotta forzata.

- Valvole

Si tratta di dispositivi di sicurezza posizionati in entrata, all'interno e alla fine della condotta (quindi prima della turbine). Hanno la funzione di gestire il flusso di acqua e la pressione e vengono azionate anche in caso di altre irregolarità (ad esempio: falle).

- Centralina idroelettrica

È l'elemento di collegamento fra la turbina e la rete elettrica pubblica e permette quindi l'immissione dell'elettricità prodotta dall'impianto in rete.

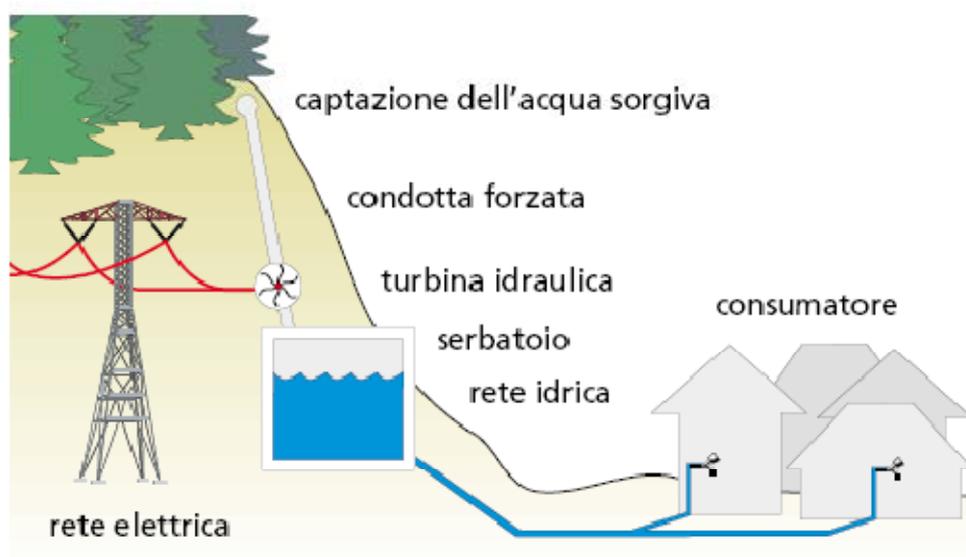


Figura 1 : Esempio concetto produzione energia elettrica dall'acqua potabile [Fonte : Nell'acqua potabile si cela energia ecologica, SvizzeraEnergia].

## Panoramica impianti idroelettrici alimentati con acqua potabile<sup>6</sup>

Vi sono differenti tipologie di realizzazione, descritte in breve di seguito. La scelta fra le alternative è condizionata dalle caratteristiche locali.

### Elevato dislivello fra sorgenti e serbatoio

Quando le sorgenti sono situate ad altitudini elevate rispetto al serbatoio di approvvigionamento, vengono generalmente adottati sistemi per la riduzione della pressione (pozzi intermedi o valvole), come rappresentato in Figura 2. In questo caso si può sfruttare il appieno dislivello, rinunciando ai riduttori di pressione e installando una turbina prima del serbatoio (cfr. Figura 3).

Una realizzazione di questo tipo è generalmente sostenibile dal punto di vista economico quando sono già previsti interventi di risanamento rispettivamente sostituzione (parziale) delle infrastrutture.

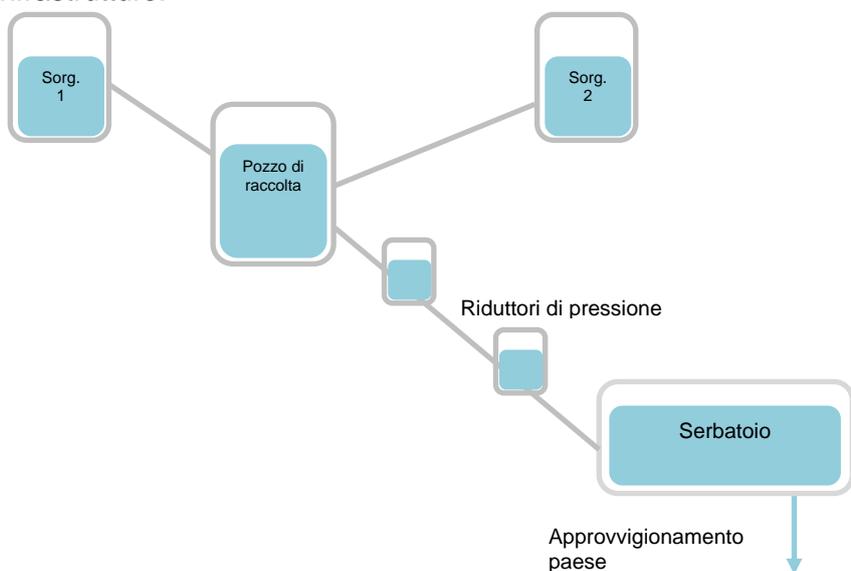


Figura 2 : Rete dell'acqua potabile con sorgenti e riduttori di pressione.

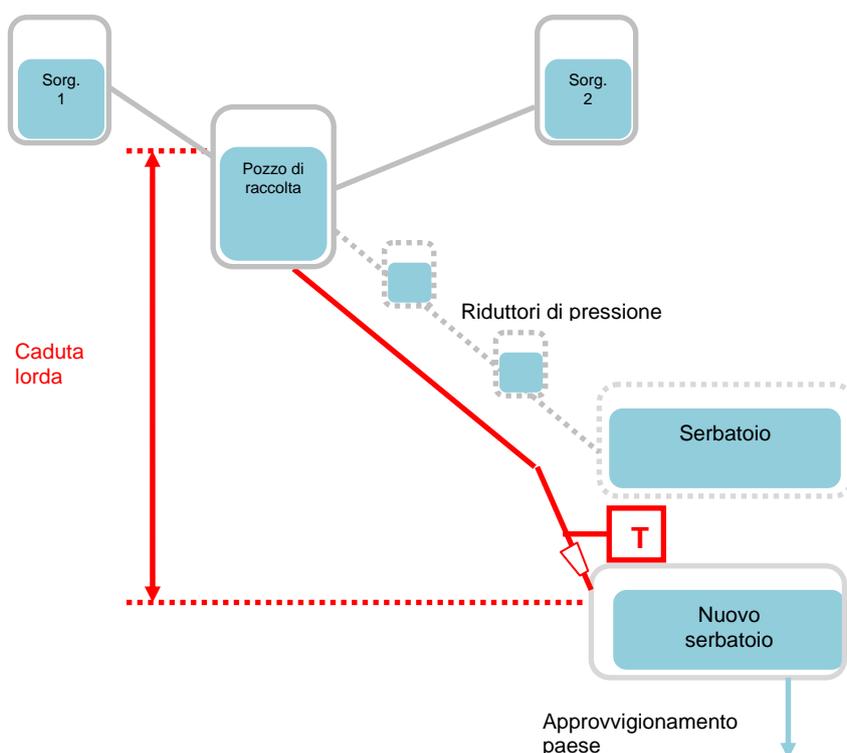


Figura 3 : La medesima rete rappresentata in Figura 2 con condotta forzata e turbinaggio.

<sup>6</sup> VTA-Wasserfachtagung 2008, P. Eichenberger

### Sfruttamento di differenze di pressione nella rete

In località situate su dislivello, dove la rete è caratterizzata da settori a pressione differente e l'acqua potabile viene trasferita dal serbatoio della zona più elevata a quella inferiore, è possibile posizionare una turbina in parallelo alle valvole per la regolazione della pressione.

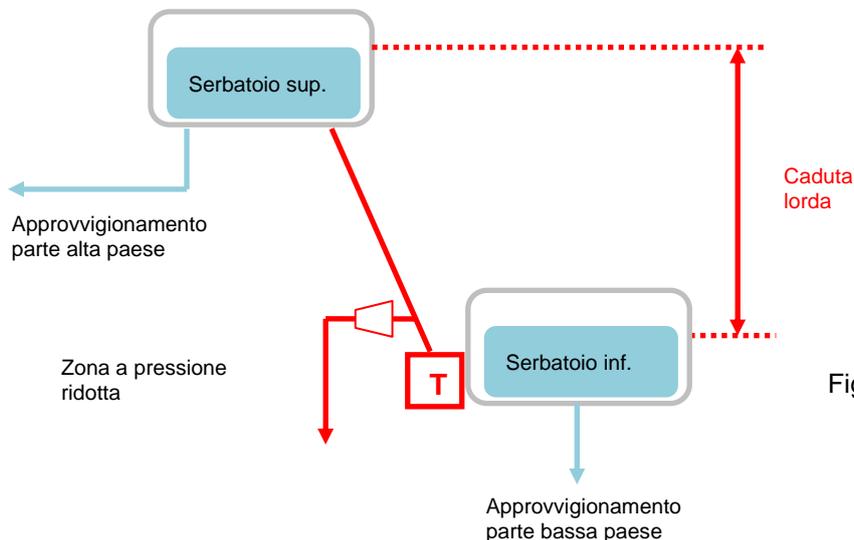


Figura 4 : Trasferimento di acqua fra due serbatoi di una rete di approvvigionamento idrico; turbina in parallelo alla valvola per la regolazione della pressione.

### Utilizzo dell'acqua potabile in eccesso

Quando per lunghi periodi le sorgenti forniscono una quantità di acqua potabile maggiore rispetto al fabbisogno, è possibile raccogliere l'acqua in eccesso e sottoporla a turbinaggio prima dell'espulsione nel corso rispettivamente bacino d'acqua.

All'acqua in eccesso può eventualmente essere aggiunta una piccola captazione da un corso d'acqua naturale (cfr. Figura 5).

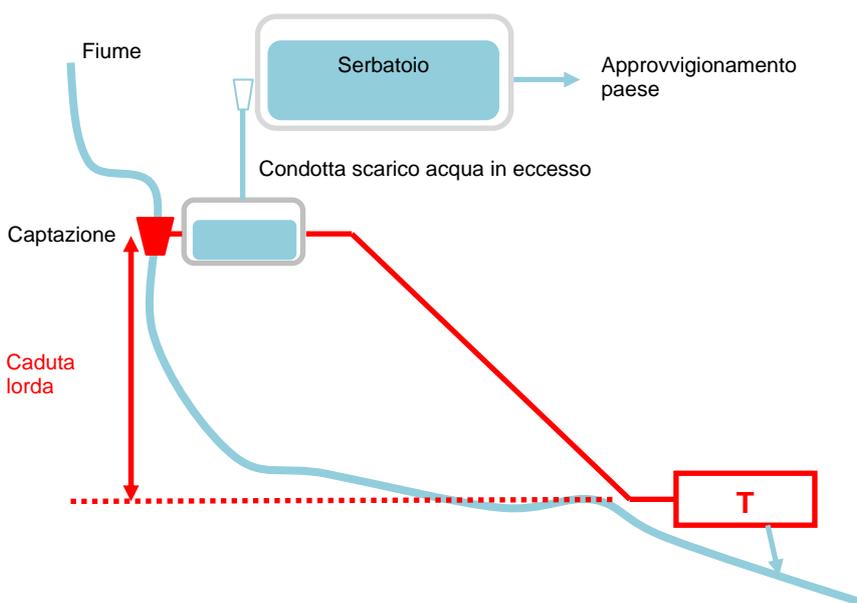


Figura 5 : Turbinaggio prima dell'immissione dell'acqua potabile in eccesso nel corso d'acqua.

La captazione ha lo scopo di deviare il flusso d'acqua necessario direttamente verso la turbina o verso un canale di derivazione, lasciando però passare le piene. Alimenta ulteriormente le turbine, in aggiunta quindi all'acqua potabile in eccesso proveniente dal serbatoio. L'acqua captata trasporta del materiale in sospensione (fango) e dei sedimenti (ghiaia e sabbia) che devono essere eliminati attraverso una tecnica detta desablaggio (avviene in un bacino: deposito delle particelle solide) e il passaggio in griglie (blocco di passaggio ai detriti galleggianti quali foglie, rami ecc.).

### Compensazione dell'energia di pompaggio

A volte vi è la possibilità di produrre elettricità da acqua potabile anche quando quest'ultima viene pompata da pozzi di captazione. Nelle reti di approvvigionamento idrico di grandi dimensioni, l'acqua potabile viene pompata in un serbatoio di accumulo in quota e distribuita alle zone vicine grazie alla forza di gravità.

Tra il serbatoio di accumulo e i consumatori finali vi sono in genere due possibilità per la produzione di energia elettrica. Al posto di stazioni di riduzione della pressione vengono impiegate turbine:

1. nella condotta principale, per diminuire la pressione al suo interno derivante dall'aumento del dislivello rispetto al serbatoio principale;
2. in entrata ai serbatoi secondari per la distribuzione dell'acqua nei comuni.

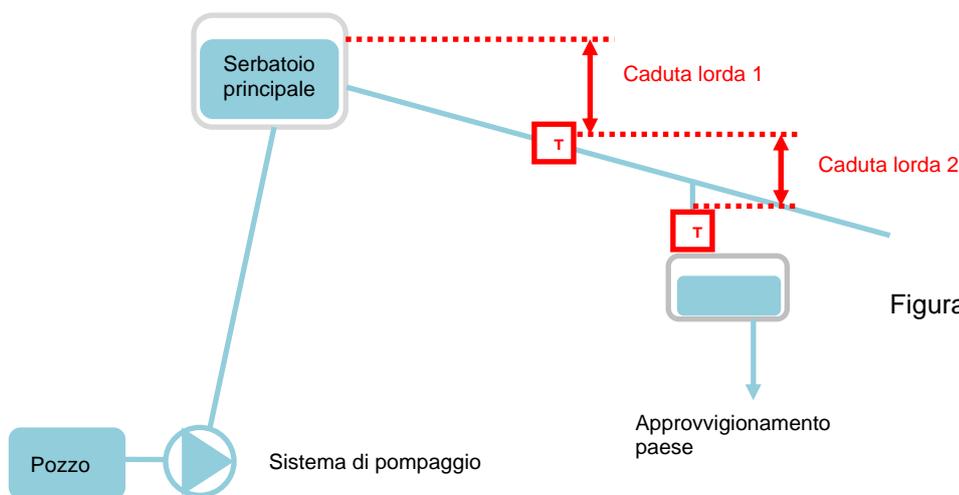


Figura 6 : Principio di produzione di elettricità con presenza di un sistema di pompaggio, (a) turbina nella condotta principale (b) turbina all'entrata del serbatoio secondario.

## Criteri

Tabella 1 : Criteri e parametri di stima per la produzione di elettricità dall'acqua potabile<sup>7</sup> [Fonti: « Nell'acqua potabile si cela energia ecologica » ; SvizzeraEnergia ; “Guida pratica per la realizzazione di piccole centrali idrauliche”, Programma d'impulso PACER - Energie rinnovabili; VTA-Wasserfachtagung 2008, P. Eichenberger; Energie in der Wasserversorgung – Ratgeber zur Energiekosten- und Betriebsoptimierung, SvizzeraEnergia per le infrastrutture].

Criterio generico	Descrizione	
Luoghi adatti	I siti adatti per la realizzazione di centrali. In questo ambito possono essere prese in considerazione condotte di captazione dell'acqua sorgiva e condotte di collegamento fra serbatoi o fra settori di rete a pressione diversa.	
Economicità	<p>I costi di produzione dell'energia delle centrali ad acqua potabile realizzate si situano fra 0.05 e 0.20 CHF/kWh. In questo ambito sono determinanti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- quantità di energia prodotta;</li> <li>- costi di costruzione;</li> <li>- dimensionamento ottimizzato e corretto;</li> <li>- ricavato della vendita dell'energia (incl. possibilità di usufruire della remunerazione a copertura dei costi).</li> </ul> <p>Nell'ambito della realizzazione, i presupposti ideali si verificano quando: la condotta presenta già la necessaria resistenza alla pressione o deve comunque essere sostituita, la turbina può essere installata in un locale già esistente ed esiste già una linea elettrica.</p>	
Criterio tecnico	Descrizione	Indicatore
Caduta e portata	Per valutare la fattibilità di un impianto si può fare riferimento alle esigenze minime correlate alla caduta e alla portata.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caduta: 25 m – Portata: 1'000 l/min</li> <li>- Caduta: 50 m – Portata: 500 l/min</li> <li>- Caduta: 100 m – Portata: 250 l/min</li> </ul>
Produzione di elettricità	La realizzazione di una microcentrale alimentata da acqua potabile è sensata a partire da un determinato potenziale di produzione di elettricità.	Produzione elettricità: min. 25'000 kWh/a
Parametro tecnico	Descrizione	Indicatore
Altezza di caduta	È la differenza di altitudine fra il livello della presa d'acqua risp. di immissione nella condotta e il livello dove l'acqua è restituita al torrente rispettivamente turbinata.	<p>Simbolo: H</p> <p>Unità di misura: [m] o [bar]</p> <p>10 m di caduta ≈ 1 bar</p>
Perdite di carico	Sono costituite dalla parte di energia persa nell'impianto a causa degli attriti dell'acqua con i vari elementi come griglie, valvole, pareti di canali e condotte forzate.	Perdite di carico piccole centrali: 10-15%
Altezza di caduta netta	Si ottiene deducendo le perdite di carico dalla caduta, è la caduta effettivamente disponibile alla turbina.	<p>Simbolo: H<sub>n</sub></p> <p>Unità di misura: [m] o [bar]</p>
Flusso medio	Indica la quantità di acqua che in media arriva alla turbina.	<p>Simbolo: Q<sub>m</sub></p> <p>Unità di misura: [l/s]</p>
Rendimento dell'impianto	Il rendimento globale dell'impianto si ottiene dividendo la quantità di energia prodotta dal generatore con quella disponibile all'entrata della turbina.	Rendimento piccoli turbo-generatori: 70%
Potenziale di produzione	<p>La produzione di energia di una centrale idroelettrica risulta, indipendentemente dalla sua dimensione, dal rapporto tra il flusso d'acqua e l'altezza di caduta (differenza di pressione) disponibili.</p> <p>Una stima grezza del potenziale può essere eseguita applicando la seguente formula:  Altezza di caduta [m] x Volume di acqua medio[l/min] = Produzione annua di elettricità [kWh]</p>	

<sup>7</sup> I criteri e i parametri sono indicatori di primo riferimento, ogni caso deve essere valutato dettagliatamente con uno studio di fattibilità.

## Scheda informativa

### Calore residuo da processi produttivi

#### Concetto

Nel Bilancio Energetico uno degli aspetti di particolare rilevanza riguarda l'utilizzo di fonti energetiche nell'ambito dei processi produttivi svolti all'interno degli edifici industriali. Durante questi processi produttivi una grande quantità di calore residuo è normalmente prodotta. Questa fonte di calore può oggi essere rivalorizzata, tramite scambiatori di calore o pompe di calore, da altri utilizzatori.

Il principio utilizzato per lo sfruttamento di questa fonte energetica è utilizzato anche per l'estrazione di calore da altre fonti. Il calore residuo è generalmente tale, anche se importanti variazioni sono presenti a dipendenza del processo produttivo considerato, da permetterne il riutilizzo all'interno di processi industriali che necessitano temperature elevate [Figura 1].

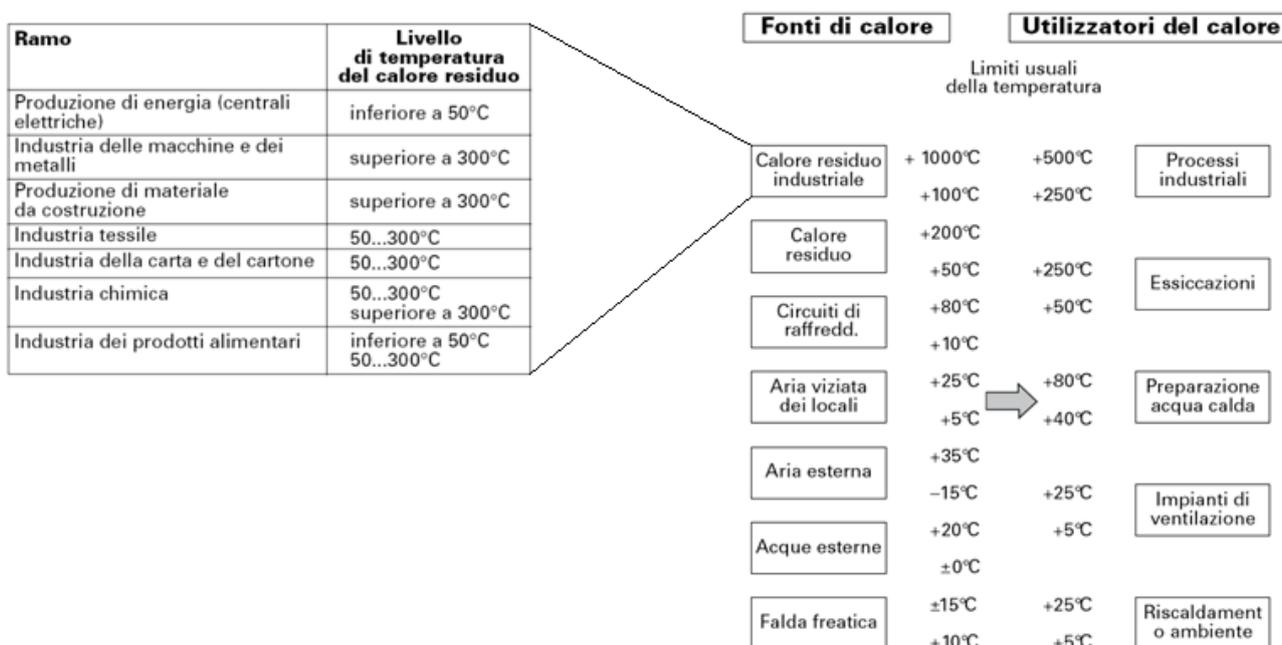


Figura 1 : limiti di temperatura tipici per fonti di calore e utilizzatori di calore

Recuperare o utilizzare il calore residuo da processi produttivi è una opportunità ad oggi poco sfruttata. Solitamente il calore residuo viene infatti trasferito ad un fluido (generalmente aria o acqua), e poi dissipato nell'ambiente esterno<sup>1</sup>.

Questa attitudine non ha solo un impatto ambientale negativo, ma anche economico. In presenza di calore residuo, l'industria sostiene infatti un costo per dissiparlo, mentre potrebbe più efficacemente utilizzarlo per soddisfare altre esigenze di calore. In questo caso essa avrebbe quindi un doppio vantaggio: nessuna spesa di smaltimento e una diminuzione delle spese per l'approvvigionamento di energia termica in altre fasi del processo produttivo.

<sup>1</sup> Esempi: nuovo Centro Svizzero di Calcolo Scientifico (CSCS) a Lugano-Cornaredo; rete di raffreddamento AIL a Lugano.

Un ulteriore vantaggio di questo approccio consiste nel fatto che il calore residuo può essere utilizzato in diversi punti del processo produttivo:

- dal prodotto in uscita dai processi di trasformazione;
- dai fluidi di raffreddamento;
- dai fumi di combustione.

In primo luogo, prima di valutare se una fonte di calore residuo sia idonea ad un riutilizzo esterno bisogna essere certi che tutti i possibili utilizzi interni all'azienda stessa siano stati verificati. Nel caso in cui, lo sfruttamento del calore all'interno del processo produttivo non è risultata possibile, è da prendere in considerazione la possibilità di convogliarlo in una rete di teleriscaldamento. A dipendenza dei quantitativi di calore residuo potenzialmente disponibile è ipotizzabile convogliarlo verso piccole reti di teleriscaldamento, al servizio degli edifici localizzati nei pressi dell'impianto, oppure verso reti di teleriscaldamento di maggiori dimensioni, quale integrazione al calore prodotto da una centrale principale. Il recupero del calore è particolarmente interessante se si considera la seconda opzione, visto che le reti di teleriscaldamento aventi grandi estensioni necessitano l'affiancamento alla centrale principale di piccoli impianti di integrazione, localizzati in punti strategici del percorso, che consentano di coprire la domanda di punta.

Il principale fattore limitante per questo tipo di utilizzo risulta essere il fatto che le aziende fornitrici non possono garantire una disponibilità di calore residuo regolare e costante nel tempo, essendo piuttosto legate alle esigenze di produzione e all'andamento dei mercati. Questo aspetto ricopre purtroppo un ruolo chiave. Infatti la domanda di calore residuo non corrisponde forzatamente alla sua disponibilità. Occorre dunque effettuare una verifica puntuale presso le potenziali aziende fornitrici (utilizzando per esempio Quickscan - sviluppato dalla SUP della Svizzera Nord-Occidentale), per capire se vi è un'effettiva disponibilità di calore residuo, se i quantitativi complessivi sono effettivamente sfruttabili e se la disponibilità temporale nel corso dell'anno non si discosta in modo troppo importante dalla domanda.

Il calore residuo può anche essere utilizzato per la produzione del freddo tramite impianti ad assorbimento. Questa soluzione è particolarmente indicata per le aziende del settore alimentare, e specialmente per le industrie impegnate nella lavorazione del latte, nella produzione di prodotti surgelati, così come nell'industria farmaceutica e per tutte le industrie che utilizzano il freddo nei loro processi produttivi.

La trasformazione dell'energia termica in energia frigorifera è resa possibile dall'impiego del ciclo frigorifero ad assorbimento il cui funzionamento si basa su trasformazioni di stato del fluido refrigerante in combinazione con la sostanza utilizzata quale assorbente.

L'efficienza o COP<sup>2</sup> di questi cicli, definita come il rapporto fra energia frigorifera in uscita ed energia termica in ingresso, varia da 0.7 a 1.3. Rispetto ai condizionatori tradizionali i COP hanno valori molto più bassi. È tuttavia importante sottolineare come la fonte energetica utilizzata sia un prodotto secondario e non un prodotto pregiato come l'energia elettrica.

---

<sup>2</sup> Coefficient of performance: tradotto in italiano con l'espressione coefficiente di prestazione, dove indica la quantità di lavoro prodotta rispetto all'energia utilizzata.

## Criteri

Criterio tecnico	Descrizione Indicatore										
Fluidi di processo	Si può stimare il potenziale di calore residuo conoscendo quantitativi (m <sup>3</sup> /h) , temperatura (°C) e periodo di funzionamento dei vari fluidi coinvolti nel processo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• aria di scarico</li> <li>• acqua di scarico</li> <li>• gas di scarico</li> <li>• acqua di raffreddamento</li> </ul>										
Potenza caldaia	Aziende che utilizzano impianti di combustione di potenza superiore a 500 kW potrebbero avere del calore residuo a disposizione.										
Utilizzo di tubature speciali	Aziende che utilizzano "tubazioni contenenti vapore o acqua calda con temperatura superiore a 110 °C", secondo la definizione della direttiva CFSL "Attrezzature a pressione", che attua l'Ordinanza sulla sicurezza e la protezione della salute dei lavoratori nell'utilizzo di attrezzature a pressione in vigore dal luglio 2007										
Limiti fisici nella valorizzazione del calore residuo	<table border="0"> <tr> <td>T &gt; 200°C:</td> <td>Produzione di lavoro (elettricità)</td> </tr> <tr> <td>T attorno ai 100°C:</td> <td>Produzione del freddo (per esempio climatizzazione dei locali)</td> </tr> <tr> <td>T &gt; 80°C:</td> <td>Alimentazione di reti di teleriscaldamento</td> </tr> <tr> <td>T attorno ai 50°C:</td> <td>Utilizzo domestico (riscaldamento dei locali)</td> </tr> <tr> <td>T &lt; 30°C:</td> <td>Preriscaldamento ACS o valorizzazione tramite pompa di calore</td> </tr> </table>	T > 200°C:	Produzione di lavoro (elettricità)	T attorno ai 100°C:	Produzione del freddo (per esempio climatizzazione dei locali)	T > 80°C:	Alimentazione di reti di teleriscaldamento	T attorno ai 50°C:	Utilizzo domestico (riscaldamento dei locali)	T < 30°C:	Preriscaldamento ACS o valorizzazione tramite pompa di calore
T > 200°C:	Produzione di lavoro (elettricità)										
T attorno ai 100°C:	Produzione del freddo (per esempio climatizzazione dei locali)										
T > 80°C:	Alimentazione di reti di teleriscaldamento										
T attorno ai 50°C:	Utilizzo domestico (riscaldamento dei locali)										
T < 30°C:	Preriscaldamento ACS o valorizzazione tramite pompa di calore										

Per approfondimenti "[Letifaden zur Abwärmenutzung in Kommunen](#)"